



Maria Ana dos Santos Carvalho

Licenciada em Ciências da Engenharia e Gestão Industrial

Proposta de Modelo para a Melhoria Contínua das Atividades de Gestão da Manutenção

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas,
Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Professora Doutora Ana Paula Ferreira Barroso

Vogais: Professor Doutor Filipe José Didelet Pereira

Professora Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro 2019

Maria Ana dos Santos Carvalho

Licenciada em Ciências da Engenharia e Gestão Industrial

**Proposta de Modelo para a Melhoria
Contínua das Atividades de Gestão da
Manutenção**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas,
Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Professora Doutora Ana Paula Ferreira Barroso

Vogais: Professor Doutor Filipe José Didelet Pereira

Professora Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas

Proposta de Modelo para a Melhoria Contínua das Atividades de Gestão da Manutenção

Copyright © 2019 Maria Ana dos Santos Carvalho, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço à minha excepcional orientadora, a Professora Helena Navas, por toda a dedicação, dinamismo científico, boa disposição, disponibilidade e motivação que me forneceu no desenvolvimento desta dissertação, não esquecendo toda a compreensão e confiança que depositou em mim.

Quero agradecer à empresa de acolhimento, pela oportunidade de realização da dissertação e do desenvolvimento deste projeto numa área de grande interesse para mim.

Agradeço ao Miguel pelo seu companheirismo e disponibilidade em partilhar o seu conhecimento, ajudando-me com diretrizes essenciais. Agradeço ao Luís pela força, por tornar os meus dias positivos e por ter sido o meu pilar na empresa. À Carla Melrinho por me ter acompanhado durante estes meses e por ter sido a minha companhia.

Na impossibilidade de referenciar todos os colaboradores da manutenção e da produção, gostaria de deixar aqui um agradecimento global. Sem o seu apoio e a sua participação ativa no estudo, teria sido impossível a realização desta dissertação. Agradeço a todos eles por me terem recebido e acarinhado da melhor forma possível e por me terem motivado e apoiado na execução de todo o trabalho.

Quero agradecer a toda a minha família por todo o apoio ao longo de todos os meus anos de estudo, em especial à minha mãe, por ter sempre acreditado nas minhas capacidades e por me fazer ver que, com esforço e dedicação, tudo é possível e alcançável. Agradeço também ao meu tio Honório por ter sido a minha inspiração de ter seguido este curso e por me ter despertado o interesse na engenharia.

Agradeço também às quatro pessoas mais importantes que conheci no curso: o Francisco, a Sara, a Verónica e a Liliana. Sem eles, teria sido impossível chegar até ao ponto em que hoje me encontro. Obrigada por todos os momentos felizes, por me apoiarem nos infelizes e por terem sido o meu braço direito. Acima de tudo, obrigada por terem sido os meus amigos, meus companheiros, a minha família de curso.

Por último, mas de longe o menos importante, agradeço ao José, a minha outra metade, o meu amor e melhor amigo, por nunca me ter falhado, pela paciência que teve e pela força que me forneceu para eu me reerguer dos piores momentos

Resumo

As significativas transformações que têm influenciado o aumento da competitividade empresarial, fomentam a importância e a necessidade da introdução de processos de melhoria contínua em todos os setores das empresas. É essencial que as empresas procurem uma diferenciação que lhes permita uma melhoria da sua posição estratégica no atual mercado vigente. Um dos setores que representa um custo, e que tem despertado as empresas para a implementação da melhoria contínua, é o setor de manutenção.

Como resposta a estes novos desafios na gestão da manutenção, destaca-se a filosofia *lean* pela sua capacidade de redução e eliminação de desperdícios. Quando utilizada em conjunto com outras metodologias e ferramentas, permite a realização de um diagnóstico global rigoroso aos problemas da atividade, tendo em vista a geração de melhorias.

Neste contexto, foi desenvolvido um modelo que visa a implementação da melhoria contínua nas atividades de gestão da manutenção, baseado nos sete princípios do *lean* e que possibilita a utilização conjunta de ferramentas analíticas do *lean*, qualidade e TRIZ.

O modelo foi melhorado e validado num estudo de caso realizado no departamento de manutenção de uma empresa de reparação naval. Realizou-se uma avaliação aos problemas do setor, com a sua respetiva priorização e posterior geração de propostas de melhoria. As soluções obtidas permitem que a empresa reduza aproximadamente 20% dos custos da manutenção, que diminua o tempo de recolha de informação e que agilize o seu serviço e processos, com a garantia da qualidade de execução do seu serviço.

A mudança de paradigma, proporcionada pelo desenvolvimento do modelo, permitiu provar que, melhorando a atuação e agilidade da manutenção, ocorre a melhoria a eficácia da organização e possibilita o desenvolvimento da motivação, da satisfação e do profissionalismo dos colaboradores. O modelo poderá ser replicado noutras indústrias que pretendam melhorar os atuais processos da gestão da manutenção.

Palavras-chave: Manutenção, Gestão da Manutenção, *Lean*, Reparação Naval, Diagrama de Pareto, Modelo de Kano

Abstract

The significant changes that have influenced the increase of business competitiveness, foster the importance and the need to introduce continuous improvement processes in all sectors of the companies. It is essential for the companies to seek differentiation that will allow them to improve their strategic position in the current market. One of the cost-intensive sectors that has awakened companies to implement continuous improvement is the maintenance sector.

In response to these new challenges in maintenance management, the lean philosophy stands out for its ability to reduce and eliminate waste. When used in conjunction with other methodologies and tools, it allows a rigorous global diagnosis of the activity's problems, with the objective of generating improvements.

In this context, a model was developed to implement continuous improvement in maintenance management activities, based on the seven lean principles and which enables the joint use of lean, quality and TRIZ analytical tools.

The model was improved and validated in a case study conducted in the maintenance department of a ship repair company. An assessment of the problems of the sector was made, with their respective prioritization and subsequent generation of improvement proposals. The solutions obtained allow the company to reduce approximately 20% of maintenance costs, reduce the necessary time to gather information and streamline its service and processes, ensuring the quality of its service execution.

The paradigm shift, provided by the development of the model, show that improving the performance and agility of maintenance improves the effectiveness of the organization and enables the development of motivation, satisfaction and professionalism of the employees. The model can be replicated in other industries wishing to improve current maintenance management processes.

Keywords: Maintenance, Maintenance Management, Lean, Ship Repair, Pareto Diagram, Kano Model

Índice de Conteúdos

1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento e Objetivos	1
1.2. Metodologia do Estudo	2
1.3. Estrutura da Dissertação	3
2. Manutenção Industrial	5
2.1. Evolução Histórica da Manutenção	5
2.2. Definição e Tipos de Manutenção	7
2.3. Importância da Manutenção	9
2.4. Níveis da Manutenção	10
2.5. Gestão da Manutenção.....	11
2.6. Normas Portuguesas da Manutenção	12
2.7. Indicadores da Manutenção.....	13
2.8. Gestão de <i>Stocks</i> na Manutenção.....	14
2.9. Custos da Manutenção	15
2.10. Indicadores da RCM.....	16
2.11. Subcontratação na Manutenção	19
2.12. Planeamento e Controlo da Manutenção.....	20
2.13. Incerteza da Manutenção	21
3. Metodologias de Apoio à Melhoria Contínua na Manutenção.....	23
3.1. Filosofia <i>Lean</i> Aplicada na Manutenção	23
3.1.1. Manutenção <i>Lean</i>	23
3.1.2. Princípios de uma Gestão da Manutenção <i>Lean</i>	24
3.1.3. Os 8 Desperdícios da Manutenção	26
3.1.4. Estrutura Interna de um Departamento de Manutenção <i>Lean</i>	27
3.1.5. Ferramentas Analíticas do <i>Lean</i>	29
3.2. Outras Metodologias de Apoio.....	33
4. Proposta de Modelo	45
4.1. Modelos Existentes para a Melhoria Contínua da Gestão da Manutenção	45
4.1.1. <i>House of Maintenance</i>	45
4.1.2. <i>Lean Maintenance Roadmap</i>	48
4.1.3. <i>Lean Centered Maintenance</i>	49
4.2. Desafios e Lacunas dos Modelos Descritos	50

4.3.	Outros Modelos de Gestão da Manutenção	51
4.4.	Modelo Proposto	52
4.4.1.	Descrição das Fases do Modelo Proposto	53
4.4.2.	Ferramentas, Métodos e Técnicas	57
4.4.3.	<i>Respect for People</i>	58
4.4.4.	Desafios de Implementação	59
5.	Estudo de Caso	61
5.1.	Atividade de Reparação Naval	61
5.2.	Setor de Manutenção e Investimentos	62
5.3.	Diagnóstico e Identificação dos Problemas	65
5.3.1.	Análise dos Requisitos do Setor Cliente	65
5.3.2.	Análise e Avaliação do Setor de Manutenção	70
5.3.3.	Identificação e Análise dos Problemas e Desperdícios do Setor de Manutenção	80
6.	Propostas de Melhoria e Discussão de Resultados	83
6.1.	Análise e Priorização dos Problemas	83
6.2.	Propostas de Melhoria	87
6.2.1.	Validação das Propostas de Melhoria pelos Colaboradores	97
6.3.	Implementação das Propostas de Melhoria	101
6.4.	Propostas de Melhoria para Médio e Longo Prazo	105
6.5.	Discussão dos Resultados	106
7.	Conclusões e Trabalhos Futuros	109
	Referências Bibliográficas	111
	Anexos	117

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Cronograma Evolutivo da Manutenção segundo as três Gerações	5
Figura 2.2 - Classificação dos diferentes Tipos de Manutenção	8
Figura 2.3 - Classificação dos diferentes Tipos de Manutenção incluindo a Manutenção de Melhoria .	9
Figura 2.3 – Principais Funções da Gestão da Manutenção e suas Relações	12
Figura 2.4 - <i>Iceberg</i> dos Custos da Manutenção	16
Figura 2.5 - Curva da Banheira e diferentes Fases	17
Figura 2.6 - Planeamento, Programação e Controlo da Manutenção	20
Figura 3.1 - Os Sete Princípios da Manutenção <i>Lean</i>	26
Figura 3.2 - Estrutura Interna da Manutenção de acordo com um Departamento <i>Lean</i>	27
Figura 3.3 - Ciclo PDCA e Descrição de cada Fase	29
Figura 3.4 - Os Oito Pilares do TPM	30
Figura 3.5 - Visão Holística da Nova TPM Proativa	32
Figura 3.6 - Exemplo de um Diagrama de Pareto.....	34
Figura 3.7 - Exemplo de um Procedimento Formal para aplicação dos 5 Porquês.....	35
Figura 3.8 - Exemplificação do Método KJ.....	36
Figura 3.9 - Diagrama de Ishikawa	36
Figura 3.10 – Representação Simplificada de um Fluxograma	37
Figura 3.11 – Exemplo de uma Matriz de Idealidade para um Fogão de Campismo.....	39
Figura 3.12 - Exemplo de Estrutura de um Diagrama em Árvore	40
Figura 3.12 – Ciclo de Vida dos Requisitos do Modelo de Kano	41
Figura 4.1 - Modelo Proposto para a Melhoria Contínua na Gestão da Manutenção " <i>House of Maintenance</i> "	46
Figura 4.2 - <i>Roadmap</i> par aa Adoção dos 5 Princípios <i>Lean</i> na Gestão da Manutenção	48
Figura 4.3 - <i>Roadmap</i> para a Implementação da LCM.....	50
Figura 4.4 - Modelo Proposto para a Melhoria Contínua das atividades de Gestão da Manutenção ..	53
Figura 4.5 - Passos de Aplicação da Fase 1 do Modelo Proposto	54
Figura 4.6 - Passos de Aplicação da Etapa 1 da Fase 2 do Modelo Proposto.....	54
Figura 4.7 - Passos de Aplicação da Etapa 2 da Fase 2 do Modelo Proposto.....	55

Figura 4.8 - Passos de Aplicação da Fase 3 do Modelo Proposto	55
Figura 4.9 - Passos de Aplicação da Fase 4 do Modelo Proposto	56
Figura 4.10 - Passos de Aplicação da Fase 5 do Modelo Proposto	56
Figura 4.11 - Passos de Aplicação da Fase 6 do Modelo Proposto	57
Figura 4.12 - Passos de Aplicação da Fase Final do Modelo Proposto	57
Figura 5.1 - Sugestões de Melhoria e Objetivos para o Departamento de Manutenção.....	63
Figura 5.2 - Visão de Excelência do Setor de Manutenção	64
Figura 5.3 - Inquérito realizado aos colaboradores do Setor Cliente.....	65
.....	66
Figura 5.4 - Agrupamento de Ideias e Atribuição de três Títulos de Nível 1 através do Método KJ	66
Figura 5.5 - Diagrama de Pareto dos Inquéritos ao Setor Cliente	67
Figura 5.6 - Diagrama de Ishikawa para o Problema "Tempo Reparação Elevado"	68
Figura 5.7 - Diagrama de Ishikawa para o Problema "Falta de <i>Stock</i> /Material"	69
Figura 5.8 – Gráfico Radar dos Resultados da Auditoria 5S + 1 à Ferramentaria da Manutenção	72
Figura 5.9 - Estado da Ferramentaria da Manutenção	72
Figura 5.10 - Fluxograma do Processo de Compra de Material Urgente para a Manutenção	73
Figura 5.11 - Número de Pedidos por mês no ano de 2018	74
Figura 5.12 - Número de Pedidos de 2017 ainda ativos no ano 2018.....	74
Figura 5.13 - Número de Receções por mês no ano 2018	75
Figura 5.14 - Tempos de Espera de Material Rececionado no ano 2018	75
Figura 5.15 - Tempos de Espera no final do ano 2018 de Pedidos ainda ativos	76
Figura 5.16 – Inquérito realizado ao Setor de Manutenção sobre as Manutenções Preventivas	77
Figura 5.17 - Diagrama de Pareto dos Inquéritos ao Setor de Manutenção sobre os Problemas relacionados com a Manutenção	78
Figura 5.18 - Diagrama de Pareto dos Inquéritos ao Setor de Manutenção sobre os Problemas relacionados com as Manutenções Preventivas	80
Figura 6.1 - Diagrama de Ishikawa aplicado ao Problema "Falta de Organização"	84
Figura 6.2 - Aplicação do Diagrama em Árvore ao problema "Falta um sistema adequado de comunicação"	87
Figura 6.3 - Exemplo de uma Matriz de Competências	89
Figura 6.4 - Exemplo de uma OPL.....	90

Figura 6.5 - Correta definição dos Modos de Intervenção no Departamento de Manutenção	91
Figura 6.6 - Proposta de melhoria de parte de uma <i>Checklist</i> de uma Manutenção Preventiva	93
Figura 6.7 - Exemplo de um Quadro <i>Scrumban</i>	95
Figura 6.8 - Exemplo de Interface do Manusis 4.0	96
Figura 6.9 - Exemplo de Interface da Aplicação do Manusis 4.0	97
Figura 6.10 - Questionário do Modelo de Kano para a Proposta da Solução "Introdução de KPIs económicos e operacionais"	98
Figura 6.11 - Representação Gráfica dos CSC de cada Requisito	100
Figura B.1 - <i>Project Charter</i> em A3 para apresentação do projeto	118
Figura C.1 - BPMN das Manutenções Preventivas	119
Figura D.1 - Atual procedimento das Manutenções Preventivas	121
Figura E.1 - Indicador MCU	122
Figura E.2 - Indicador MPR	122
Figura E.3 - Indicador IMPR	122
Figura E.4 - Indicador RCMV	123
Figura E.5 - Indicador RCMF	123
Figura E.6 - Indicador EO	123
Figura F.1 - Checklist para Auditoria 5S + 1 em Armazém	124
Figura I.1 - Documentação para Auditoria 5S + 1	129

Índice de Tabelas

Tabela 1.1 - Estrutura da Dissertação.....	4
Tabela 2.1 - Níveis da manutenção	11
Tabela 2.2 - Incerteza na Manutenção.....	21
Tabela 3.1 – Atribuições de cada Componente de um Departamento de Manutenção <i>Lean</i>	28
Tabela 3.2 - Etapas de implementação da TPM.....	31
Tabela 3.3 - Definição dos 5S + 1	33
Tabela 3.4 - Matriz de Avaliação de Priorização de Problemas de GUT.....	39
Tabela 3.5 - Tabela de Avaliação de Kano	42
Tabela 4.1 - Modelos Inovadores para a Gestão da Manutenção em Ordem Cronológica	52
Tabela 4.2 - Exemplos de Ferramentas, Métodos e Técnicas que podem ser aplicados em cada Fase do Modelo.....	58
Tabela 5.1 – Resultados Inquéritos ao Setor Cliente: Problemas relacionados com a Manutenção ...	66
Tabela 5.2 - Resultados da Análise ABC aos Inquéritos do Setor Cliente	67
Figura 5.6 - Diagrama de Pareto dos Inquéritos ao Setor Cliente	67
Tabela 5.3 - Classificação dos Problemas da Classe A	68
Tabela 5.4 - Aplicação dos 5 Porquês na Classe de Problema "Fracá Extração de Fumos"	69
Tabela 5.5 - Tempos de Espera de Material Urgente (ano 2018).....	76
Tabela 5.6 - Resultados Inquéritos ao Setor de Manutenção sobre os problemas relacionados com a manutenção	77
Tabela 5.7 - Resultados da Análise ABC aos Inquéritos do Setor Manutenção sobre os Problemas relacionados com a Manutenção	78
Tabela 5.8 - Resultados Inquéritos ao Setor de Manutenção sobre os Problemas relacionados com as Manutenções Preventivas	79
Tabela 5.9 - Resultados da Análise ABC aos Inquéritos do Setor Manutenção sobre os Problemas relacionados com as Manutenções Preventivas	79
Tabela 5.10 - Problemas relacionados com a Gestão da Manutenção	81
Tabela 5.11 - Problemas relacionados com as Manutenções Preventivas	81
Tabela 5.12 - Problemas relacionados com a Gestão de <i>Stocks</i>	81

Tabela 5.13 - Associação dos Problemas as Desperdícios da Manutenção <i>Lean</i>	82
Tabela 6.1 – Classificação dos 26 Problemas	83
Tabela 6.2 - Aplicação dos 5 Porquês ao Problema "Nível global de 5S + 1 da ferramentaria muito baixo"	84
Tabela 6.3 - Priorização dos Problemas da Gestão da Manutenção através da Matriz de GUT	86
Tabela 6.4 - Priorização dos Problemas das Manutenções Preventivas através da Matriz de GUT ...	86
Tabela 6.5 - Priorização dos Problemas das Manutenções Preventivas através da Matriz de GUT ...	87
Tabela 6.6- Seleção da Solução adequada a cada Problema	88
Tabela 6.7 - Frequência das Respostas dos Inquiridos para cada Solução/Requisito	99
Tabela 6.8 - CSC dos Requisitos em estudo e do RM	99
Tabela 6.9 - Duração de cada Fase e Descrição.....	106
Tabela D.1 - Tabela de Sugestões de Melhoria.....	117
Tabela J.1 - Descrição dos problemas identificados.....	125
Tabela K.1 - Matriz de Idealidade para os 26 problemas	128

Lista de Abreviaturas, Acrónimos, Siglas

A	Requisito Adimensional
AFNOR	<i>Association Française de Normalisation</i>
AMFE	Análise do Modo de Falha e Efeitos
BPMN	<i>Business Process Model Notation</i>
C	Requisito Contraditório
CMMS	<i>Computurised Maintenance Management System</i>
CSC	Coeficiente de Satisfação do Cliente
CSCI	Coeficiente de Satisfação do Cliente da extensão da Insatisfação
CSCS	Coeficiente de Satisfação do Cliente da extensão da Satisfação
CUF	Companhia da União Fabril
D	Disponibilidade
E	Eficiência
EO	Desvio na execução orçamental
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
Fa	Frequência absoluta acumulada
fa	Frequência absoluta
fr	Frequência relativa
Fr	Frequência relativa acumulada
G	Grau de Gravidade
GUT	Gravidade, Urgência e Tendência
I	Requisito Indiferente
IE_i	Indicadores Económicos
IMPR	Índice de cumprimento de preventivas
IO_i	Indicadores Operacionais
JIT	<i>Just-In-Time</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
LCM	<i>Lean Centered Maintenance</i>
MA	Manutenção Autónoma
MCU	Número de manutenções curativos
MO	Mão-de-Obra
MPR	Número de manutenções preventivas
MRO	<i>Maintenance, Repairs and Operating Suppliers</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time To Repairs</i>
N	Número de avarias verificadas num período de tempo

O	Requisito Obrigatório
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OPL	<i>One-point lessons</i>
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
Q	Requisito Questionável
Qd	Qualidade
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
RCFA	<i>Root Cause Failure Analysis</i>
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i>
RCMF	Custo da manutenção/custo de funcionamento
RCMV	Custo da manutenção/vendas
RM	<i>Ranking Médio</i>
SOP	<i>Standard Operating Procedures</i>
SST	Saúde e Segurança no Trabalho
T	Grau de Tendência
TBF	<i>Time Between Failures</i>
TPM	Manutenção Produtiva Total
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>
TRIZ	Teoria da Resolução Inventiva de Problemas
U	Grau de Urgência
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
Un	Requisito Unidimensional
VA	Valor acrescentado
VNA	Valor não acrescentado
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

1. Introdução

Este primeiro capítulo contém o enquadramento do estudo realizado, a exposição das motivações para o seu desenvolvimento, os objetivos a atingir, a metodologia usada para a sua realização e uma descrição da estrutura e conteúdo do presente documento.

1.1. Enquadramento e Objetivos

Atualmente, a subsistência e a expansão de uma empresa dependem da habilidade e rapidez desta se inovar e de gerar melhorias contínuas. Como resultado, qualquer empresa procura incessantemente novas ferramentas e modelos de gestão, que a direcionem para uma maior competitividade (Kardec, 2009). A competitividade do mercado vigente exige padrões de qualidade nunca antes vistos, em que a manutenção associada à componente da qualidade, representa uma área estratégica fundamental. Esta competitividade contém, por isso, um peso elevadíssimo nos índices de produtividade, na consolidação e prestígio das empresas (Cabrita & Cardoso, 2015).

Um sistema adequado de gestão da manutenção é uma questão de sobrevivência empresarial, pois o cenário atual exige que as organizações procurem uma redução de custos e uma melhoria de todos os setores da empresa, para fazer frente ao mercado altamente competitivo (Ferreira & Goes, 2015).

Ao longo dos tempos foram propostos diversos modelos para a criação de um processo de melhoria contínua nos setores de manutenção das empresas. Esses modelos vão ao encontro do conceito básico de engenharia de manutenção e incorporam o conhecimento e *know-how* adquiridos com o decorrer dos anos. Permitem apoiar a tomada de decisão na manutenção e estão projetados para melhorar a produção global e os resultados económicos e operacionais (Barberá et al., 2012).

No entanto, uma abordagem aos problemas baseada exclusivamente na engenharia de manutenção e nas suas atividades intrínsecas, não garante a subsistência e ampliação de um processo de melhoria contínua na gestão dos setores de manutenção. É necessário criar uma ponte que interligue a engenharia e a gestão da manutenção, através de ferramentas e metodologias de áreas como a qualidade, o *lean* e o TRIZ (Teoria da Resolução Inventiva de Problemas).

Neste âmbito, é de grande importância para as empresas a criação de novos modelos que permitam a utilização conjunta de várias ferramentas e metodologias. Foi então identificada a possibilidade da criação de um novo modelo que vise a implementação de processos de melhoria contínua nos departamentos de manutenção de qualquer tipo de indústria. Este modelo foi desenvolvido tendo por base os sete princípios da filosofia *lean* e fornece um conjunto de diretrizes para a integração de metodologias e ferramentas de diversas áreas.

Surgiu a oportunidade de se validar e melhorar o modelo proposto, com a sua aplicação em contexto real. Realizou-se um estudo de caso numa empresa de reparação naval, que pretendia iniciar a implementação de novas metodologias que sustentassem um processo de melhoria contínua no setor de manutenção, com o objetivo de reduzir desperdícios e de se inovar.

Os objetivos de qualquer modelo de melhoria de gestão de manutenção devem ser determinados e estar alinhados com base nos objetivos da empresa, definidos pela gestão de topo. O principal objetivo do estudo de caso era o aumento da qualidade do serviço de manutenção. Pretendia-se também que o modelo fosse capaz de avaliar e diagnosticar o setor, tanto de forma qualitativa como quantitativa. Para o setor de manutenção, foi de real interesse a geração de propostas de melhoria e de novas práticas que se adequassem à atual estrutura do setor, para se provar à gestão de topo que é necessário investir em novas metodologias e soluções para a garantia de um bom sistema de gestão da manutenção.

O último objetivo, além da verificação e validação do modelo desenvolvido, foi o início do processo de mudança de *mindset* dos colaboradores da empresa. A criação deste modelo foi também motivada pela sua futura utilização por outras organizações que, de momento, enfrentam uma fase de reestruturação, as adversidades do mercado vigente, ou que, simplesmente, se pretendam inovar através da melhoria contínua.

1.2. Metodologia do Estudo

Na fase inicial, foi desenvolvido um modelo destinado à melhoria contínua das atividades de gestão da manutenção. Para a construção do modelo foram analisados outros modelos atualmente reconhecidos para esse fim e que contam com uma aplicação bem-sucedida em contexto prático. Não obstante, foi identificada a oportunidade da criação de uma nova abordagem à implementação da melhoria contínua na manutenção, que envolvesse ferramentas e metodologias de diversas áreas, com a criação de um novo modelo.

O modelo criado baseia-se na filosofia *lean* e nos seus setes princípios, e visa a utilização conjunta das ferramentas analíticas do *lean*, da qualidade e do TRIZ. Foi dividido em sete fases e em cada fase foram desenvolvidos passos de aplicação que podem integrar qualquer metodologia, técnica ou ferramenta de qualquer área. Devido a esta flexibilidade de escolha, é essencial a capacidade de interligação entre elas e a correta fundamentação das ferramentas utilizadas.

Para melhorar e validar o modelo, foi realizado um estudo de caso no departamento de manutenção de uma empresa de reparação naval portuguesa.

Em primeiro lugar procedeu-se a uma caracterização da empresa e da sua atividade, através da recolha de dados, da análise documental, de reuniões de *brainstorming* e da observação direta dos processos. Esta caracterização permitiu uma avaliação dos requisitos do setor cliente em relação ao setor de manutenção, em que se utilizaram ferramentas e métodos como inquéritos ao setor cliente, novas

reuniões de *brainstorming*, triagem e análise de problemas com o método de KJ, com o diagrama de Pareto e a análise ABC.

Para análise às causas dos problemas críticos, identificados pelo cliente, foram utilizadas ferramentas da qualidade como o diagrama de Ishikawa e os 5 Porquês. Esta análise do cliente culminou com a realização de um *project charter* em A3.

Realizou-se então um diagnóstico e avaliação do estado do setor de manutenção com a realização semanal de reuniões de *brainstorming* com os gestores. Elaboraram-se novos inquéritos, mas desta vez, aos colaboradores que executam o serviço de manutenção. Para a identificação dos problemas percebidos mais frequentes, aplicou-se um diagrama de Pareto e uma análise ABC. Foram analisados os indicadores existentes e realizou-se o mapeamento de processos através da utilização do fluxograma e do BPMN (*Business Process Model Notation*). Foi ainda desenvolvida uma auditoria segundo a metodologia 5S + 1 do *lean*.

Deste diagnóstico, recolheu-se um conjunto de problemas que abrangiam as seguintes áreas: gestão da manutenção, realização e planeamento de manutenções preventivas e gestão de *stocks*. Foram analisadas as causas primárias dos problemas identificados através da elaboração de diagramas de Ishikawa e dos 5 Porquês. Com esta análise, os problemas foram relacionados através de uma ferramenta do TRIZ, a matriz de idealidade.

De seguida, foram priorizados pela matriz de GUT e geraram-se propostas de melhorias para os mais críticos através de diagramas em árvore. Estas propostas de melhoria foram avaliadas pelos colaboradores através da realização de questionários segundo o modelo de Kano. O estudo termina com o desenvolvimento da estratégia de implementação de cada uma das propostas.

Por último, foram retiradas conclusões sobre a validação da aplicação do modelo em que, ao longo do estudo de caso, determinadas fases foram refeitas ou reanalisadas. Porém, é deste modo que se adquire o *know-how* necessário para evitar que o modelo contenha falhas de conceção ou que estas se verifiquem em projetos futuros e semelhantes.

1.3. Estrutura da Dissertação

A dissertação está dividida em sete capítulos e no final do documento encontram-se os anexos relativos ao trabalho realizado. O primeiro, o presente capítulo, contém uma apresentação ao trabalho desenvolvido. O segundo capítulo aborda a manutenção industrial e o terceiro capítulo apresenta metodologias de apoio à melhoria contínua na manutenção. No quarto capítulo é apresentada a proposta de modelo, com a apresentação de modelos já existentes para a implementação da melhoria contínua na manutenção. De seguida, no quinto capítulo, é apresentado o estudo de caso com a caracterização da empresa, com a elaboração de uma análise e diagnóstico. No sexto capítulo são apresentadas as propostas de melhoria e é realizada uma discussão dos resultados obtidos. Por último, o sétimo capítulo expõe as conclusões finais e as propostas para trabalhos futuros.

Na Tabela 1.1 é apresentada a estrutura da dissertação com os principais tópicos abordados por cada capítulo.

Tabela 1.1 - Estrutura da Dissertação

Capítulo	Tópicos Abordados
1 - Introdução	Enquadramento e objetivos a cumprir. Metodologia utilizada e estrutura do documento.
2 - Manutenção Industrial	Evolução histórica da manutenção, definição e tipos de manutenção. Importância da manutenção, níveis e gestão da manutenção. Normas portuguesas, indicadores, gestão de <i>stocks</i> e custos da manutenção. Subcontratação, planeamento e controlo. Incerteza na manutenção.
3 - Metodologias de Apoio à Melhoria Contínua na Manutenção	Filosofia <i>lean</i> aplicada na manutenção, definição de manutenção <i>lean</i> , princípios e desperdícios. Estrutura interna de um departamento de manutenção <i>lean</i> e ferramentas analíticas do <i>lean</i> . Apresentação de outras metodologias de apoio.
4 - Proposta de Modelo	Apresentação dos modelos existentes para a melhoria contínua da gestão da manutenção e respetivos desafios e lacunas. Apresentação de outros modelos de gestão da manutenção e do modelo proposto.
5 - Estudo de Caso	Caracterização da empresa, caracterização do setor de manutenção e investimentos. Realização do diagnóstico e identificação dos problemas.
6 - Propostas de Melhoria e Discussão de Resultados	Análise dos problemas identificados e sua priorização. Propostas de melhoria e sua implementação. Discussão de resultados.
7 - Conclusões e Trabalhos Futuros	Conclusões gerais e trabalho a desenvolver no futuro.

2. Manutenção Industrial

Neste capítulo é realizado um enquadramento da evolução da manutenção, do seu conceito, dos níveis, tipos de manutenção mais comuns, incerteza associada aos processos e uma introdução aos indicadores de desempenho. Aborda também os custos inerentes à manutenção, conceitos de gestão de *stocks* e o planeamento e programação da manutenção.

2.1. Evolução Histórica da Manutenção

Com a Revolução Industrial iniciada no século XVIII em Inglaterra, verificou-se um aumento significativo dos trabalhos realizados com recurso a equipamentos e máquinas. Estes foram projetados e utilizados com o objetivo de aumentar a cadência de produção das empresas e de reduzir o trabalho manual. As empresas, por sua vez, estavam focadas apenas na produção em massa, pelo que o serviço de manutenção era inexistente.

Apenas nos últimos 100 anos, é que a manutenção se começou a desenvolver e a se organizar, encontrando-se de momento num processo de melhoria constante. O seu desenvolvimento foi fortemente influenciado, não só pelo desenvolvimento industrial e pela evolução do conhecimento científico (por parte de técnicos engenheiros de diversas áreas), como também pela crescente consciencialização de que a manutenção afeta fatores importantes, como, a segurança, o meio ambiente, o aumento de produção e a qualidade (Filipe, 2014; Lima et al., 2012).

O conceito de manutenção resultou de uma evolução gradual do conceito de conservação, que consistia em “desenrascar” uma determinada avaria de um equipamento ou material, a fim de assegurar a continuidade da produção. Esta evolução pode ser dividida em três gerações distintas, representadas na Figura 2.1 (Moubray, 1997; Kobbacy & Murthy, 2008).

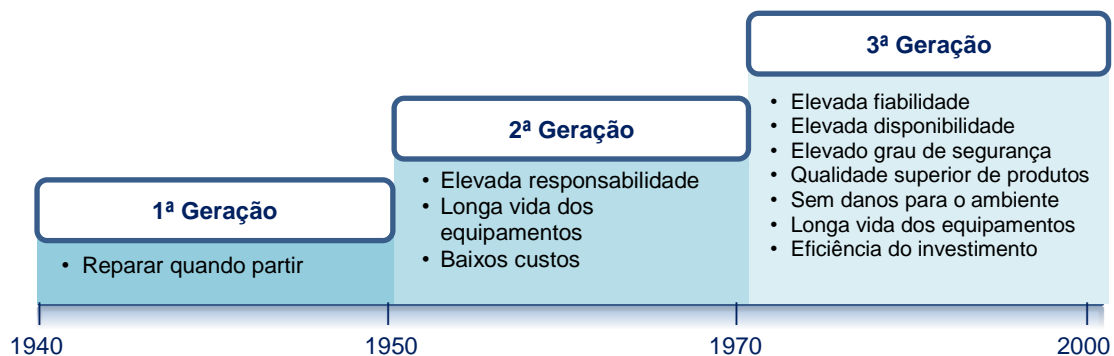


Figura 2.1 - Cronograma Evolutivo da Manutenção segundo as três Gerações
(Adaptado de Moubray, 1997; Kobbacy & Murthy, 2008)

➤ **Primeira Geração (1940 – 1950)**

Com a Primeira Guerra Mundial, a pressão produtiva criada sobre as indústrias, incentivou a introdução de equipas especializadas na manutenção. Pretendia-se a otimização das reparações, na altura ainda de cariz exclusivamente corretivo, de forma a minimizar o tempo de paragem dos equipamentos.

Na década de 40, com a expansão da aviação comercial, resultante da Segunda Guerra Mundial, estimulou-se o desenvolvimento de novas abordagens, obrigando à criação de novos métodos preventivos. Isto deve-se ao facto de a resolução de problemas técnicos durante o voo não ser executável (Farinha, 1997).

Foi também durante a Segunda Guerra Mundial, que surgiu a preocupação em garantir determinados níveis de fiabilidade dos equipamentos e das instalações, especialmente na indústria aeronáutica (áreas de maior exigência). A manutenção passou então a ser encarada como uma atividade fundamental na garantia de tais níveis de fiabilidade, dando início ao conceito de manutenção preventiva. Este tipo de manutenção passou a considerar ações de manutenção planeadas, de acordo com uma calendarização definida, de verificação e lubrificação dos equipamentos.

➤ **Segunda Geração (1950 – 1970)**

Em 1950, com a indústria reconstrutiva, nomeadamente as indústrias alemãs e japonesas, ocorreu um aumento significativo na competitividade dos mercados. Esse aumento de competitividade exigiu também um aumento na velocidade de operação das máquinas e a um aumento no número de máquinas em serviço. Simultaneamente, a ocorrência de interrupções na produção perdeu alguma tolerância. Como consequência da elevada procura, as máquinas e equipamentos acabariam por se desgastar mais rapidamente e para evitar esse desgaste acelerado, exigiu-se dos departamentos de produção, uma manutenção mais cuidada do equipamento, o que levou ao desenvolvimento da manutenção preventiva (Brown & Sondalini, 2011).

A partir do fim da Segunda Guerra, começou a nascer então a engenharia de manutenção, focada na criação de modelos matemáticos e estatísticos de manutenção preventiva (Pinto, 2013). A engenharia de manutenção foi criada com o intuito de desenvolver e planejar a manutenção, e na década de 60 com o aparecimento do computador, a manutenção começou a utilizar métodos de controlo computadorizados.

➤ **Terceira Geração (1970 – Atualidade)**

A terceira geração surge entre os anos 70 e 80, com uma renovação a nível mundial da indústria, impulsionada pelos avanços tecnológicos. Houve um aumento da automatização e uma melhoria dos processos produtivos, onde surgiram novas ideias e novos conceitos para maximizar, não só a vida útil do produto, mas também a disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos (Cabral, 2003).

Com a introdução da microeletrónica assistiu-se à evolução do conceito de manutenção, com a criação da manutenção condicionada ou preditiva. Esta evolução foi fulcral no auxílio à prevenção de falhas, uma vez que veio possibilitar o uso de aparelhos de medição de alta precisão capazes de monitorizar

em tempo real o estado do equipamento, medindo os seus parâmetros de funcionamento e, conseguindo assim, extrapolar o momento da sua falha, acrescentando valor ao conceito de manutenção (Dias, 2015).

Esta mudança de pensamento, que corre até aos dias de hoje, levou a uma produção de maior qualidade, eficiência, segurança e a uma notável redução de custos operacionais. A manutenção tornou-se mais direcionada para o controlo do que para a intervenção, e dispõe de sofisticados meios de trabalho sendo, em certas organizações, um dos maiores departamentos.

2.2. Definição e Tipos de Manutenção

O conceito de manutenção varia consoante a época da sua definição e também da literatura consultada. A palavra manutenção surgiu do latim “*mantenus tenere*”, que significa “manter o que se tem” (Justa, 2015).

A norma NP EN 13306:2007 (2007) define manutenção como a “combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida”.

A Norma NF X60-010 (1994), estabelecida pela AFNOR (*Association Française de Normalisation*), define manutenção como “sendo um conjunto de ações que permitem manter ou restabelecer um bem num estado especificado ou com possibilidade de assegurar um serviço determinado, a um custo global otimizado”. De outra forma, pode-se definir manutenção como a combinação das ações de gestão, técnicas e económicas, aplicadas a bens, para a otimização dos seus ciclos de vida.

São vários os tipos, modelos ou políticas de manutenção utilizados no mundo industrial. A literatura disponível sugere uma grande variedade de designações e tipos de manutenção. Qualquer tentativa para classificar os modelos de manutenção será sempre sujeita a críticas, pois não existe um consenso comum em relação às designações de manutenção, nem às características e atribuições de cada tipo de manutenção (Pinto, 2013).

De acordo com a forma de atuar em relação a uma dada avaria ou anomalia, ou seja, com o planeamento, as intervenções de manutenção podem ser, essencialmente, de duas naturezas (Didelet & Viegas, 2003):

- **Manutenção Planeada:** no caso de a degradação de um dado equipamento ocorrer de uma forma progressiva, como por exemplo um ruído crescente e, por esse motivo, permitir o planeamento da ação de manutenção no momento mais oportuno;
- **Manutenção Não Planeada:** no caso em que as avarias ocorrem de forma súbita e imprevisível.

Tendo em consideração que a forma mais usual de classificar as práticas de manutenção passa por dividi-las em manutenção planeada e manutenção não planeada, apresenta-se de seguida classificações de manutenção segundo Filipe Didelet e José Viegas (2003) e João Pinto (2013), tendo por base essa divisão na Figura 2.2.

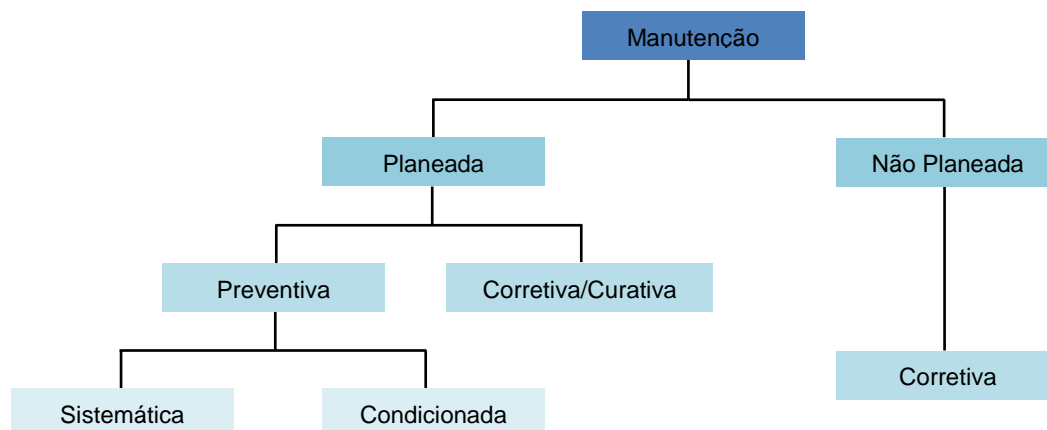


Figura 2.2 - Classificação dos diferentes Tipos de Manutenção
(Adaptado de Didelet & Viegas, 2003)

De seguida, realiza-se uma descrição de cada tipo de manutenção:

- **Manutenção Preventiva** – manutenção realizada em intervalos de tempo pré-determinados ou de acordo com critérios prescritos (quer seja através da função produção, quer seja através do cumprimento do programa de manutenção definido no manual técnico), com o objetivo de reduzir a probabilidade de avaria de um bem durável (por exemplo, mudança de óleo em equipamentos);
- **Manutenção Preventiva Sistemática** – manutenção preventiva de natureza cíclica estabelecida em função do número de unidades de utilização de um bem durável (por exemplo, substituição de lâmpadas incandescentes, rotinas de lubrificação);
- **Manutenção Preventiva Condicionada** – também designada por preditiva, é a manutenção subordinada à evolução dos parâmetros funcionais de um determinado equipamento ou sistema, para a decisão do momento ótimo de uma determinada intervenção. Promove a eliminação das substituições programadas a favor da contínua ou periódica avaliação dos parâmetros do equipamento, de modo a garantir que este continue a funcionar dentro dos limites aceitáveis. A manutenção condicionada difere da manutenção sistemática por passar da execução de forma sistemática, para a execução de um controlo de condição sistemático (só executada quando necessária);
- **Manutenção Corretiva Curativa** – tem por objetivo tratar a causa da cessação da aptidão do equipamento, sendo precedida de uma análise de causas primárias, a fim de verificar se existe degradação forçada ou natural, e é objeto de relatório após a ocorrência. Realizada no sentido de recuperar a capacidade de um equipamento realizar a função requerida;
- **Manutenção Corretiva** – ou manutenção corretiva de emergência, é efetuada após a constatação de uma anomalia num órgão, com o objetivo de restabelecer as condições que lhe permitam cumprir a sua função requerida. As ações de manutenção curativa deverão ser reduzidas ao mínimo, através da gestão racional e planificação das tarefas de manutenção.

Outro tipo de manutenção que não é referido no esquema da Figura 2.2 é a manutenção de melhoria:

- **Manutenção de Melhoria** – tem como objetivo a melhoria de manutibilidade e/ou da fiabilidade de um determinado equipamento através de alterações ou de modificações efetuadas no mesmo. É realizada quando se pretende reduzir a necessidade de manutenção, quando se encontra a necessidade de atualização e incorporação de novas características ao equipamento, pelo que é um tipo de manutenção planeada.

Segue na Figura 2.3, a classificação dos diferentes tipos de manutenção com a integração da manutenção de melhoria.

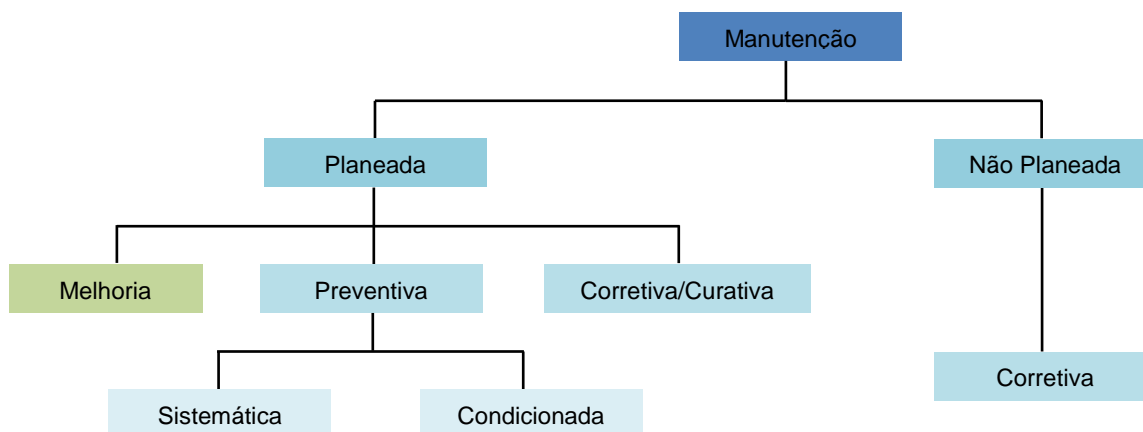


Figura 2.3 - Classificação dos diferentes Tipos de Manutenção incluindo a Manutenção de Melhoria
(Adaptado de Didelet & Viegas, 2003)

2.3. Importância da Manutenção

Com as exigências do mercado atual, em que é necessário produzir-se bens ou serviços de alta qualidade e a preços competitivos, a manutenção representa uma extrema importância nos resultados de uma empresa, afirmando-se como uma necessidade absoluta.

O objetivo intrínseco da manutenção prende-se com a garantia de operacionalidade dos equipamentos, bem como as suas competências e requisitos funcionais, não esquecendo a segurança dos que operam os equipamentos.

Pinto (1994) justifica a importância da manutenção através da análise de três aspetos fundamentais: económicos, legais e sociais.

De uma perspetiva económica, com a manutenção pretende-se obter o máximo dos rendimentos, prolongando ao máximo a sua vida útil, com o mantimento do seu funcionamento o máximo tempo possível. Estes resultados são alcançados com a redução de desperdícios, rejeições e reclamações do produto e/ou serviço, evitando atrasos ou interrupções da produção, na redução dos consumos e melhor aproveitamento dos recursos humanos (Pinto, 1994).

Na vertente legal, as empresas são obrigadas a atitudes de prevenção com a insegurança ou risco de

acidentes, com o incómodo, com a poluição ou com a insalubridade. No restrito cumprimento legislativo da segurança, são ainda obrigadas a executarem manutenções periódicas aos equipamentos.

Por último, na vertente social, o conjunto de medidas, não sendo imposições legais, podem contribuir para a preservação ou melhoria da imagem da empresa, tanto do cliente externo como dos colaboradores.

Além dos motivos económicos, legais e sociais, a manutenção assume uma elevada importância na melhoria da qualidade, sendo proporcional ao aumento de produtividade e competitividade do equipamento ou serviço.

2.4. Níveis da Manutenção

Os vários níveis de manutenção dependem não só das tarefas a realizar, mas sobretudo, das competências e meios à disposição requeridos para as executar. A definição dos níveis de manutenção difere de empresa para empresa, sendo influenciado pelo executante da tarefa.

As ações de manutenção são caracterizadas segundo o seu grau de complexidade, seja técnica, de qualificação dos executantes, ou dos meios envolvidos. As normas da AFNOR definem 5 níveis de manutenção, caracterizados por (Pinto, 2013; Souris, 1992):

- **Nível I** – Regulações simples previstas pelo operador, sem a necessidade de abertura ou desmontagem do equipamento, ou troca de elementos consumíveis (lâmpadas, fusíveis, etc.) com toda a segurança;
- **Nível II** – Resolução de avarias por troca de elementos previstos para esse efeito e operações menores de manutenção preventiva (por exemplo, lubrificação, controlo do funcionamento, etc.);
- **Nível III** – Identificação e diagnóstico de avarias, reparação por troca de componentes e/ou elementos funcionais, reparações mecânicas menores, e todas as operações correntes da manutenção preventiva;
- **Nível IV** – Todos os trabalhos importantes de manutenção corretiva planeada com a exceção de renovação e reconstrução. Este nível abrange também a regulação dos aparelhos de medida utilizados para a manutenção e, eventualmente, a verificação dos padrões de medida por organismos autorizados;
- **Nível V** – Trabalhos de renovação, reconstrução ou reparações importantes, realizados numa oficina central ou numa unidade exterior.

Na Tabela 2.1 encontram-se os cinco níveis da manutenção acima descritos, com o respetivo local de execução, executante e meios de apoio utilizados.

Tabela 2.1 - Níveis da Manutenção
(Adaptado de Pinto, 2013; Souris 1992)

Nível	Local de execução	Quem executa	Meios de apoio
I	No equipamento.	Operador do equipamento.	Instruções de funcionamento e sem utilização frequente de ferramentas. Materiais consumíveis. Gestão visual (50%).
II	No equipamento.	Técnico habilitado de qualificação média. Em algumas situações, o operador.	Instruções de manutenção e segurança. Ferramentas portáteis definidas pelas instruções de manutenção. Materiais de uso corrente.
III	No equipamento ou na oficina de manutenção.	Técnico especializado ou equipa de manutenção.	Instruções de manutenção. Ferramentas e aparelhos de medida previstos nas instruções de manutenção. Materiais de uso corrente e peças de reserva específicas.
IV	Oficina de manutenção ou externa de trabalho especializada e devidamente equipada.	Equipas de manutenção com enquadramento técnico especializado.	Máquinas ferramenta. Bancos de aferição de aparelhagem de medida e controlo. Equipamentos de elevação e movimentação. Documentação técnica especializada geral e particular.
V	Oficina externa ou oficina do construtor/fornecedor do equipamento.	Equipas completas de manutenção polivalentes e altamente especializadas. Fabricante do equipamento.	Meios definidos pelo construtor/fornecedor e próximos dos necessários à fabricação.

2.5. Gestão da Manutenção

A manutenção é considerada, por vezes, como uma atividade de apoio à produção, na medida em que contribui para uma melhoria da operacionalidade dos equipamentos. No entanto, é muitas vezes designada como um “mal necessário” para a empresa, pois representa sempre um determinado custo, além de obrigar à paralisação dos equipamentos e, conseqüentemente, da produção. Perante este cenário tornou-se essencial desenvolver estratégias de gestão de manutenção (Vinhas, 2007).

A gestão é uma atividade dinâmica que envolve funções como o planeamento, a coordenação, a monitorização e o controlo de recursos (Pinto, 2013). A gestão da manutenção define-se como o conjunto das atividades de gestão que estabelecem os objetivos, a estratégia e as responsabilidades da manutenção, e que procedem à sua implementação através do planeamento, controlo e supervisão desta e da melhoria contínua dos métodos da organização incluindo os fatores económicos (NP EN 13306, 2007).

A gestão da manutenção é responsável por designar as melhores decisões para que seja possível a existência de uma boa manutenção, tendo em conta a otimização dos custos (Frazão, 2014).

Na Figura 2.3, está representado as principais funções da gestão da manutenção e as suas relações.

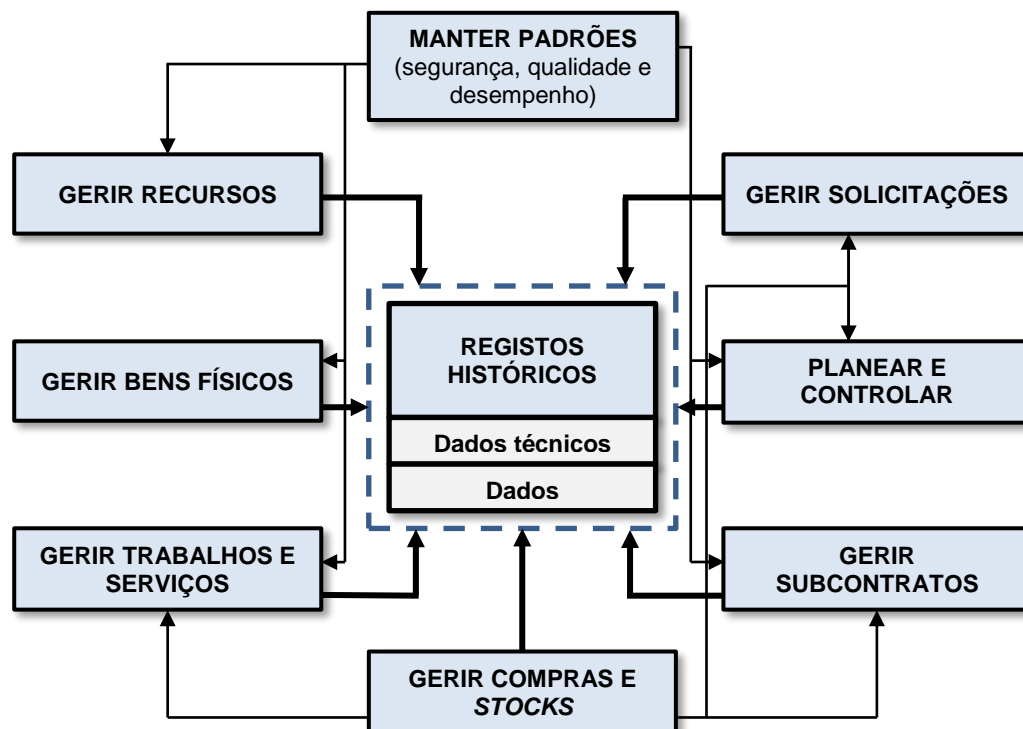


Figura 2.3 – Principais Funções da Gestão da Manutenção e suas Relações
(Adaptado de Pinto, 2013)

2.6. Normas Portuguesas da Manutenção

Atendendo à panóplia dos domínios técnicos associados à execução da manutenção, é aconselhável que se recorra a um conjunto vastíssimo de normas, não só de engenharia, mas também específicas de manutenção, que deverão ser acessíveis nas organizações e a todos os recursos humanos afetos ao departamento. Tem-se verificado recentemente, uma atividade significativa na uniformização de terminologias, conceitos, definições e formas de atuação, através de normas internacionais. Esta tendência representa inequivocamente um fator positivo, contudo, a sua eficácia depende do realismo no número de normas que se elaboram, do rigor dos seus conteúdos e da sua utilização intensiva pelos interessados (Cabrita & Cardoso, 2015).

São listadas as normas mais significativas:

- NP EN 13306:2007, “*Terminologia da Manutenção*”;
- NP EN 15341:2009, “*Manutenção – Indicadores de desempenho da manutenção (KPI)*”;
- NP EN 13269:2007, “*Manutenção. Instruções para a preparação de contratos de manutenção*”;
- NP EN 13460:2009, “*Manutenção – Documentação para a manutenção*”;
- NP 4483:2009, “*Guia para a implementação do sistema de gestão de manutenção*”;
- NP 4492:2010, “*Requisitos para a prestação de serviços de manutenção*”.

Como tal, o conhecimento e o cabal cumprimento da normalização existente são essenciais para que os objetivos sejam cumpridos e se consiga utilizar a mesma linguagem de uma forma supranacional (Cabrita & Cardoso, 2015).

2.7. Indicadores da Manutenção

Só é possível valorizar e mensurar a importância da manutenção através da monitorização dos indicadores de desempenho dos equipamentos e do processo de manutenção. Peter Drucker (2009) afirma que não é possível gerir algo que não se consegue medir, *“If you can’t measure it, you can’t manage it.”*. Assim, só através da definição de indicadores adequados, é possível quantificar os resultados obtidos e analisar as áreas para a possível implementação de melhorias.

A combinação de várias métricas resulta em indicadores chave de desempenho, muitas vezes referidos como KPIs (*Key Performance Indicators*). Estes permitem efetuar uma avaliação da evolução das metodologias aplicadas (Couto, 2011).

A NP EN 15341:2009 – Manutenção, “Indicadores de desempenho na manutenção” (2009), estabelece os indicadores de desempenho da manutenção, para apoio da gestão, de forma a atingir a excelência da manutenção e a utilizar os bens imobilizados de uma forma competitiva.

A maioria destes indicadores aplicam-se a todas as instalações industriais e serviços (edifícios, infraestruturas, transporte, distribuição, redes, entre outros). Estes indicadores deverão ser utilizados para:

- Medir o estado;
- Estabelecer comparações (*benchmarking* interno e externo);
- Diagnosticar (análise de pontos fortes e fracos);
- Identificar objetivos e definir metas a alcançar;
- Planear ações de melhoria;
- Medir continuamente os resultados das modificações ao longo do tempo.

Para a utilização destes indicadores é imperativo ter em conta os seguintes pontos (Pinto, 1994):

- 1) Utilidade – os indicadores devem ser necessários e adequados aos processos de gestão e controlo;
- 2) Clareza – os indicadores devem ser fáceis de entender;
- 3) Fidelidade – os indicadores devem reproduzir com fidelidade e rigor a situação que se pretende controlar;
- 4) Sensibilidade – os indicadores devem reagir com a necessária rapidez às variações do contexto que estão a aferir;

- 5) Unicidade – para cada situação a avaliar deve haver um único indicador de modo a evitar conflitos ou incertezas;
- 6) Hierarquização – cada responsável, em cada nível da organização, deve ter apenas os indicadores que digam respeito à área que dirige;
- 7) Complementaridade – os indicadores devem complementar-se uns aos outros e, no seu conjunto, devem cobrir o mais possível a totalidade da atividade de manutenção na empresa.

2.8. Gestão de Stocks na Manutenção

De acordo com Cabral (2009), o montante investido em materiais e peças de reserva para a manutenção pode representar valores na ordem dos 50% dos custos diretos do setor de manutenção de uma empresa. Trata-se de um valor bastante expressivo e que merece uma atenção específica por parte dos gestores (Pinto, 2013).

O sucesso de um programa de manutenção depende muitas vezes da existência em *stock* de peças reserva e de materiais. A inexistência de *stock* origina problemas como a indisponibilidade de um determinado componente aquando a ocorrência de uma paragem imprevista de um equipamento, em que pode implicar elevados prejuízos devido a paragens prolongadas e ainda pôr em risco os colaboradores e instalações (Pinto, 2013).

A gestão de *stocks* em manutenção é uma atividade bastante complexa, pois utiliza técnicas e abordagens muito diferentes, todas elas determinadas por uma realista perceção do caso em questão. Gerir *stocks* em manutenção é, sobretudo, conseguir estabelecer equilíbrios entre ter ou não ter determinado componente ou material. Este equilíbrio nem sempre se deve basear em aspetos puramente económicos pois, a manutenção abrange áreas como a qualidade, a segurança e a proteção do meio ambiente (Pinto, 2013).

Os materiais em manutenção podem agrupar-se em três grandes categorias (Pinto, 2013):

- Consumíveis: inclui materiais como óleos, massas lubrificantes, fusíveis e todos os materiais regularmente utilizados pela manutenção. É possível aplicar um modelo de gestão de *stocks* baseado na procura previsível e repetitiva;
- Peças de reserva ou sobressalentes: como componentes ou elementos de máquinas, módulos de equipamentos, etc. O consumo destes materiais é irregular e imprevisto, pelo que se recomenda a análise de padrões de consumo. Neste tipo de material poder-se-á utilizar o *know-how* dos colaboradores, tendo como base resultados de anos anteriores, não esquecendo o custo, impacto no processo produtivo e na segurança dos colaboradores e instalações;
- Ferramentas, instrumentação e equipamentos de apoio à manutenção: por exemplo, máquinas de soldar, tornos mecânicos, etc.

Das três categorias listadas, a mais relevante é a de peças de reserva, pois é aquela que pode acarretar os custos mais elevados, pelo facto de afetar diretamente a disponibilidade e manutibilidade dos

equipamentos. Deve ter um cuidado especial por parte dos gestores do setor de modo a que a sua disponibilidade seja garantida sempre que necessária.

Outro ponto a ter em consideração é a normalização de materiais, peças e equipamentos, com a redução de custos e tempos de manutenção e a redução dos *stocks*, que auxilia na diminuição do número de fornecedores e a dependência do setor em relação aos mesmos. Outro fator é a promoção de uma uniformização dos procedimentos de manutenção (Pinto, 2013).

Esta normalização possibilita a:

- Simplificação na seleção dos equipamentos, componentes e materiais;
- Redução do tipo, variedade e número de artigos em *stock* (a gestão de materiais deixa de ser feita por equipamento e passa a ser feita por material ou peça);
- Eliminação de duplicações desnecessárias,
- Melhoria da manutibilidade (o que se traduz em menores tempos e custos);
- A redução da variedade de componentes existentes em *stock*, bem como o número de fornecedores (logo, menor dependência);
- A intermutabilidade de peças entre vários equipamentos (ou seja, a mesma peça ou módulo pode ser usada em diferentes equipamentos);
- Redução dos tipos de ferramentas de manutenção (facilita a uniformização dos procedimentos, reduz erros e tempos);
- Facilita a integração dos operadores de produção nas atividades de manutenção.

2.9. Custos da Manutenção

O setor de manutenção é um setor que representa um custo intrínseco para a empresa, mas essencial para os resultados globais da mesma. Os métodos tradicionais de avaliação de custos permitem determinar facilmente os custos diretos da manutenção, o que não acontece para a estimativa dos custos indiretos (Souris, 1992).

A manutenção é um elemento determinístico no ciclo de vida de um equipamento, durante o qual este deve ser mantido de forma satisfatória para desempenhar de forma eficaz os seus requisitos. O custo de manutenção dos equipamentos muitas vezes varia entre duas a vinte vezes o custo de aquisição.

O custo de manutenção é definido como os custos que incluem as perdas de oportunidades devido à não-operacionalidade em tempo de atividade, mas também perdas na taxa de produção ou na qualidade dos produtos devido ao funcionamento deficiente de equipamentos (Dhillon, 2002).

Na Figura 2.4 encontra-se o *iceberg* dos custos de manutenção.

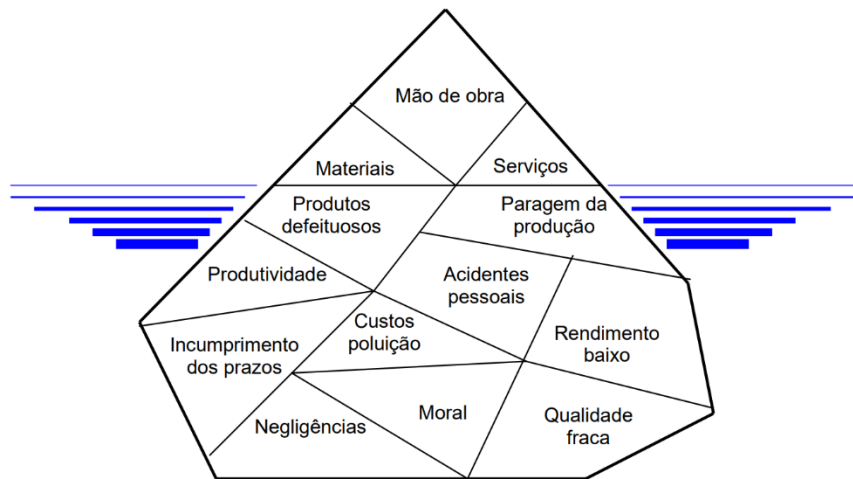


Figura 2.4 - *Iceberg dos Custos da Manutenção*
(Adaptado de Cabral, 1998)

Os custos diretos da manutenção abrangem os seguintes pontos (Souris, 1992):

- Despesas relacionadas com a contratação de mão-de-obra;
- Fornecimento de máquinas e peças de reserva;
- Ferramentas e equipamentos de manutenção;
- Custos diversos de documentação, gestão, etc.;
- Despesas externas de subcontratação;
- Despesas financeiras correspondentes à imobilização das peças de reserva.

Por outra perspetiva, e segundo Ferreira (1998), os custos indiretos englobam:

- Desclassificação (perdas dos produtos não fabricados, matérias-primas em curso de transformação, perdas de qualidade e perdas de produtos desclassificados);
- Inatividade inerentes à mão-de-obra da produção, por estar em paragem;
- Inoperacionalidade (despesas de amortização dos equipamentos parados);
- Despesas induzidas: custos por não cumprimento dos prazos, penalidades, perda de clientes por perda da qualidade na fabricação e por arranque dos processos de produção.

2.10. Indicadores da RCM

Existem três indicadores baseados na RCM (*Reliability Centered Maintenance*) em português, manutenção centrada na fiabilidade, de avaliação das capacidades dos equipamentos. São eles a fiabilidade, a manutibilidade e a disponibilidade, associados à temática da manutenção.

A análise dos parâmetros contidos nestes conceitos ajudará a compreender as falhas dos equipamentos, podendo assim ser desenvolvido um plano de manutenção mais adequado para cada equipamento (Marques, 2014).

➤ **Fiabilidade**

Segundo a NP EN 13306:2007 (2007), a fiabilidade é definida como a “aptidão de um bem para cumprir uma função requerida sob determinadas condições, durante um dado intervalo de tempo”. Didelet e Viegas (2003) definem fiabilidade como a capacidade que o equipamento tem para manter a qualidade do trabalho que executa durante a sua vida útil.

Para quantificar a fiabilidade é utilizado o parâmetro *Mean Time Between Failures* (MTBF) ou em português, tempo médio entre falhas. Este parâmetro indica o tempo médio entre avarias dos equipamentos e é calculado através da Equação 2.1.

$$MTBF = \frac{\sum TBF}{N} \quad (2.1)$$

Onde:

- *MTBF* – *Mean Time Between Failures* (Tempo Médio entre Falhas);
- *TBF* – *Time Between Failures* (Tempo entre Falhas), o intervalo de tempo que decorre entre duas avarias consecutivas num determinado equipamento;
- *N*, número de avarias verificadas no período.

Outro parâmetro associado ao MTBF é a taxa de falhas (λ), que corresponde ao inverso do MTBF. A análise da fiabilidade envolve não só a análise do MTBF dos equipamentos, mas também o modo de degradação dos mesmos. A degradação influencia a evolução da taxa de avarias ao longo do tempo, sendo representada pela denominada curva da banheira (Figura 2.5).

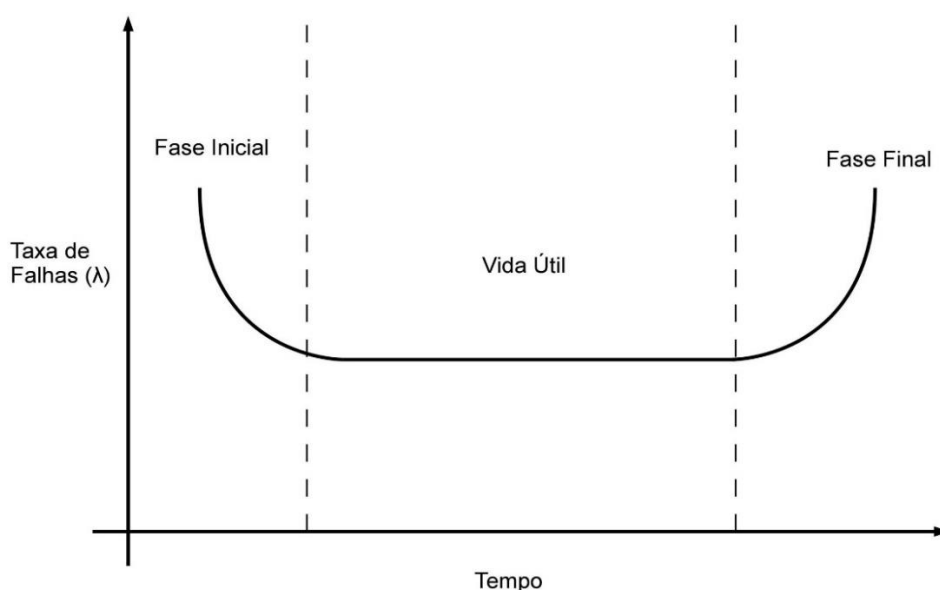


Figura 2.5 - Curva da Banheira e diferentes Fases
(Adaptado de Smith, 2017)

A curva da banheira representa três períodos distintos da vida de um equipamento:

- Juventude (Fase Inicial): os equipamentos no início têm uma taxa de avarias mais elevada, que depois decresce e tende a estabilizar;
- Maturidade (Vida Útil): as avarias são aleatórias, com taxa de avarias baixa e constantes;
- Velhice (Fase Final): a taxa de avarias aumenta de uma forma drástica, seja por acumulação de danos, fadiga ou degradação, o que indica a altura de desclassificação de um equipamento.

➤ Manutibilidade

De acordo com a NP EN 13306:2007 (2007), a manutibilidade é definida como a “aptidão de um bem, sob condições de utilização definidas, para ser mantido ou restaurado, de tal modo que possa cumprir uma função requerida, quando a manutenção é realizada em condições definidas, utilizando procedimentos e recursos prescritos”. Para Didelet e Viegas (2003) representa a probabilidade de duração de uma reparação corretamente executada.

É quantificada pelo parâmetro *Mean Time To Repair* (MTTR), tempo médio de reparação, em português. Representa a média de tempo que leva a reparação dos equipamentos, na qual o intervalo de tempo considerado é entre a deteção de uma avaria até à retoma de trabalho. O MTTR está representado matematicamente na Equação 2.2.

$$MTTR = \frac{\sum TTR}{N} \quad (2.2)$$

Onde:

- *MTTR* – *Mean Time To Repair* (Tempo Médio de Reparação);
- *TBF* – *Time Between Failures* (Tempo de Reparação);
- *N*, número de avarias verificadas no período.

➤ Disponibilidade

A partir dos parâmetros anteriores, MTBF e MTTR, é possível obter um parâmetro fundamental para qualquer sistema produtivo, a disponibilidade.

Pela NP EN 13306:2007 (2007), a disponibilidade (*D*) representa a “aptidão de um bem para cumprir uma função requerida sob determinadas condições, num dado instante ou durante um dado intervalo de tempo, assumindo que é assegurado o fornecimento dos necessários recursos externos”. É calculada através da Equação 2.3.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (2.3)$$

Onde:

- D – Disponibilidade, geralmente expressa em percentagem;
- *MTBF – Mean Time Between Failres* (Tempo Médio entre Falhas);
- *MTTR – Mean Time To Repair* (Tempo Médio de Reparação).

Através da análise da equação, verifica-se que existem duas formas de aumentar a disponibilidade. A primeira seria com o aumento do MTBF, por exemplo, com a realização de manutenções preventivas. A segunda, seria com a diminuição do MTTR, com a transmissão de alguns conhecimentos de manutenção aos colaboradores do equipamento por forma a diminuir o tempo de espera por indisponibilidade dos executantes da manutenção.

2.11. Subcontratação na Manutenção

A subcontratação na manutenção pode ser entendida como a transferência, para uma entidade exterior, da responsabilidade pela execução, total ou parcial, das atividades relacionadas com o programa de manutenção de uma empresa. Atualmente, e com a evolução do mercado de prestação de serviços de manutenção, têm surgido empresas com capacidade técnica que oferecem serviços de qualidade, suscetíveis de inspirarem confiança nos seus utilizadores.

Antes de uma empresa recorrer à subcontratação, é indispensável que identifique o âmbito em que a manutenção se pode efetuar. É recomendado que a entrega da manutenção a empresas externas, se foque em atividades dificilmente domináveis em tempo e em meios, tais como (Souris, 1992):

- Tarefas afastadas do objetivo de produção fundamental da empresa;
- Acréscimo de atividade correspondendo a variações da carga de trabalhos que podem ser devidos a arranques de novos produtos;
- Sobrecarga de atividade sazonal ou planificada durante as paragens de produção;
- Reconstrução ou reabilitação de equipamentos.

A decisão de subcontratar deve ser precedida de uma ponderação das razões que a justificam, considerando as vantagens e os inconvenientes, com a seleção das melhores alternativas. Ao se subcontratar deverá-se ter em conta as seguintes desvantagens.

- Custo elevado;
- Dificuldade da escolha da entidade adequada à realização do trabalho que se pretende;
- Clima laboral pode ser afetado se os colaboradores da empresa não entenderem as razões da subcontratação;
- A subcontratação não conseguir substituir a equipa de manutenção da empresa, já que esta terá que garantir o acompanhamento da mesma ao longo do tempo.

2.12. Planeamento e Controlo da Manutenção

A implementação de um sistema de manutenção requer uma abordagem ampla e global aos conceitos de manutenção e conhecimentos técnicos. Para tal é imprescindível uma visão abrangente de toda a organização (Gonçalves, 2014).

Por forma a reduzir os custos da não-manutenção, resultantes das avarias imprevistas, situações incontroláveis e longos tempos de improdutividade, pode-se implementar um sistema de planeamento e controlo da manutenção. Neste contexto é essencial distinguir dois conceitos: planeamento e programação:

- Planeamento: organização das atividades de manutenção, realizada com antecedência, através de planos que definem a sequência das ações para um determinado período. Fazem parte as rotinas, os trabalhos sistemáticos, pedidos de alteração, previsão dos recursos necessários, etc.;
- Programação: onde se define o programa efetivo de execução de várias intervenções de manutenção em função das indicações do planeamento.

O planeamento e controlo da manutenção é todo o conjunto de ações tomadas para preparar, programar e verificar a execução das funções de manutenção, com o intuito de o progredir e melhorar para atingir ou até mesmo ultrapassar os objetivos da empresa (Pinto, 2002).

Podem ser distinguidas três funções principais na gestão de trabalhos:

- Planeamento das diferentes tarefas a realizar durante um determinado período e dos meios materiais e humanos a reunir para a execução do trabalho;
- Execução das diferentes operações pré-definidas e seu respetivo acompanhamento;
- Controlo por comparação entre o planeado e o realizado com identificação e análise dos desvios, podendo levar a modificações na forma de realização do trabalho.

Na Figura 2.6 encontra-se a ordem de execução e interligação entre planeamento, programação e controlo.

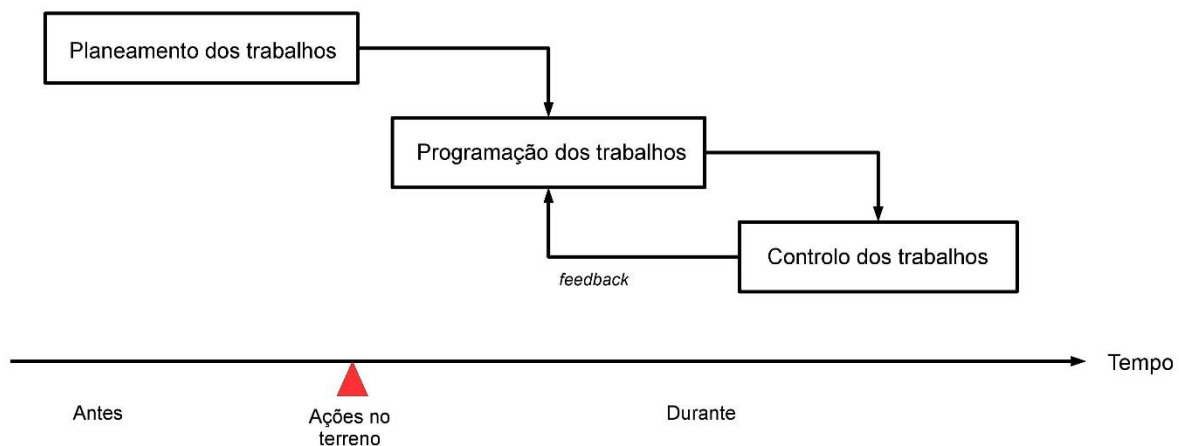


Figura 2.6 - Planeamento, Programação e Controlo da Manutenção

2.13. Incerteza da Manutenção

A eficácia da manutenção depende, principalmente, da qualidade do conhecimento dos gestores e colaboradores da manutenção e, também, da eficácia dos ambientes colaborativos internos e externos. Outros fatores que possam influenciar a sua eficácia são a qualidade, pontualidade, precisão e integridade das informações transmitidas aos mesmos (Bjorling et al., 2013).

Existem diversas fontes de dados nos processos de tomada de decisão da manutenção como, por exemplo, dados de avarias, testes realizados ou rotinas, resultados de análises técnicas, medições de monitoramento de condições, dados operacionais, etc. Para a tomada de decisão é essencial que o agente decisor tenha os dados corretos e adequados para cada caso (Aljumali et al., 2012; Campos & Márquez, 2011; Tretter & Karim, 2014).

Qualquer tipo de lacuna de informação dificulta a tomada de decisão, aumentando deste modo a incerteza a ela associada. De acordo com Zimmermann (2000), a “incerteza implica em que uma determinada situação, uma pessoa não dispõe da informação que, quantitativa e qualitativamente, não é apropriada para descrever, prescrever ou prever o comportamento de um sistema ou uma outra característica a ela associada”.

Na Tabela 2.2 são apresentados os diversos tipos de incertezas e das suas respectivas resoluções.

Tabela 2.2 - Incerteza na Manutenção
(Adaptado de Zimmermann, 2000)

Causa	Descrição	Resolução
Lacunas de informação	O decisor não tem a informação necessária.	Uma situação de incerteza pode ser transformada numa situação de certeza através da recolha de mais e melhor informação.
Abundância de informação (complexidade)	Existe mais informação disponível do que aquela com uma pessoa é capaz de lidar.	A passagem para uma certeza não é alcançada apenas com a recolha de mais informação, mas através da transformação da informação disponível em um útil e apropriada.
Conflitos de evidências	Existem informações que apontam em direções diferentes.	Um aumento de informação não reduz a incerteza. Verificar e eliminar informação errada ajuda a diminuir a incerteza.
Ambiguidade	Informação linguística pode ter significados completamente diferentes	Ambiguidade também pode ser classificada como lacuna de informação e mais informação ajuda a reduzir a incerteza.
Medida	Uma propriedade exata “imaginada” não pode ser medida perfeitamente.	Também pode ser considerada uma lacuna de informação.
Crença	Toda a informação disponível para o observador é subjetiva, como uma espécie de crença numa determinada situação.	Esta situação é questionável e pode ser considerada uma lacuna de informação.

Para gerir a informação eficientemente, o processo de manutenção necessita de um certo nível de suporte informático (Kans, 2013; López-Campos et al., 2014). O processo de manutenção informatizado inclui a organização dos dados, o planeamento e programação das ordens de trabalho, informações sobre a mão-de-obra, relatórios e análise e gestão do *stock* (Jasiulewicz-Kaczmarek & Piechowski, 2015). Uma das primeiras etapas para a automação do processo de manutenção é definir um modelo de processo de negócio com todos os seus elementos.

3. Metodologias de Apoio à Melhoria Contínua na Manutenção

Neste capítulo é realizada uma abordagem às diferentes metodologias que sustentam a implementação de um processo de melhoria contínua na manutenção, com destaque à filosofia *lean* aplicada na manutenção e dos seus benefícios quando implementada na gestão da manutenção. Apresenta-se também outras metodologias de melhoria contínua, nomeadamente, das áreas da qualidade e do TRIZ.

3.1. Filosofia *Lean* Aplicada na Manutenção

A filosofia *lean*, que surgiu na *Toyota Production System* (TPS), teve a sua origem no Japão, no final dos anos quarenta do século XX, numa altura em que a Toyota ambicionava alcançar os Estados Unidos a nível de produtividade. O Japão encontrava-se num período de recuo económico, devido ao fim da segunda guerra mundial, e Taiichi Ohno concluiu que para aumentar a produtividade, era necessário diminuir os desperdícios (Ohno, 1997).

Os desperdícios ou *muda*, em japonês, definem-se como toda a atividade que absorve recursos sem a criação de valor ao produto ou serviço (Womack & Jones, 2003). Atualmente estão identificados oito desperdícios do *lean*, sendo que foram sete descritos pela primeira vez por Taiichi Ohno. Neste capítulo serão também descritos individualmente os oitos desperdícios do *lean* não na produção, mas na manutenção.

Segundo Womack e Jones (2003) esta filosofia de gestão deve ser aplicada em todas as áreas de uma organização, desde a área das vendas à área das compras, das finanças, recursos humanos e manutenção. Deve-se dar sempre prioridade às áreas onde o desperdício é maior, oferecendo deste modo oportunidades de melhoria com impactos substanciais sobre o negócio.

A manutenção representa custos operacionais significativos numa organização, considerando-se como um pilar principal do desempenho organizacional. O pensamento *lean* pode ser incorporado nas atividades de manutenção através da aplicação dos seus princípios e práticas (Mostafa et al., 2015).

3.1.1. Manutenção *Lean*

A manutenção está constantemente exposta a adversidades externas e internas, que impossibilitam o cumprimento dos planos definidos, sendo necessário reduzir e/ou eliminar os constrangimentos. Neste contexto surge a manutenção *lean*, que permite a eliminação de desperdícios, a criação de um fluxo contínuo (materiais, informação, financeiro e humano) de forma a ir ao encontro das necessidades e pedidos do cliente, ou seja, visando a criação de valor (Pinto, 2013).

Smith (2004), afirma que a manutenção *lean* corresponde à otimização das operações de manutenção preventiva que conjugam as atividades de manutenção planeadas e calendarizadas, através de práticas de Manutenção Produtiva Total (TPM), com o recurso a estratégias de manutenção desenvolvidas segundo uma lógica de decisão da manutenção centrada na fiabilidade, com a aplicação dos processos 5S, atividades semanais de melhoria contínua (*kaizen*) e manutenção autónoma efetuada por técnicos de manutenção multidisciplinares, tendo por base um sistema de ordens de trabalho e um sistema de gestão da manutenção computadorizado (CMMS – *Computurised Maintenance Management Systems*).

A melhoria contínua do programa de gestão da manutenção exige uma atitude proativa e um envolvimento, desde o início, por parte de todos os intervenientes da organização. É imprescindível o apoio contínuo da gestão de topo e o seu envolvimento para uma implementação do *lean* com sucesso (Dhillon, 2002).

A aplicação do *lean* é realizada com recurso de diversas ferramentas que auxiliam a identificação e eliminação dos desperdícios. De acordo com Heisler (2003) as mais utilizadas são: 5S, *kaizen*, *kanban*, ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), TPM.

A aplicação da filosofia *lean* na manutenção tem como objetivo o aumento da eficácia e eficiência da organização, potenciando benefícios em vários níveis, como (Heisler, 2003; Baluch et al., 2012):

- Melhor coordenação de projetos transversais na empresa;
- Melhoria contínua na redução de custos e criação de valor para as partes interessadas;
- Aumento da qualidade e conformidade através de sistemas mais simples, baseados nas pessoas e nos processos mais críticos;
- Melhoria do nível de serviço;
- Aumento do envolvimento e motivação das pessoas;
- Redução de tempos, custos e nível de *stock*;
- Otimização do espaço, do tempo e dos recursos da organização.

3.1.2. Princípios de uma Gestão da Manutenção *Lean*

Os princípios da filosofia *lean* são aplicados na gestão da manutenção através das seguintes etapas (Pinto, 2013; Smith, 2004):

➤ 1. Conhecer o Cliente: Quem é o cliente da manutenção?

Só conhecendo quem serve a manutenção é possível definir o valor. O cliente da manutenção são os setores de produção, os utilizadores dos equipamentos, o cliente externo e os colaboradores da organização;

➤ **2. Definir o Valor: Qual o valor que o cliente espera receber da manutenção?**

Pretende zero avarias, zero acidentes, zero paragens, redução dos tempos não produtivos, redução dos custos e o aumento sustentado de eficiência nas operações. Espera-se também que a manutenção apoie e colabore no desenvolvimento de novos equipamentos e processos;

➤ **3. Analisar a Cadeia de Valor: Quais as etapas envolvidas na criação de valor que a manutenção entrega aos seus clientes?**

Deve-se observar os processos de planeamento e controlo das operações de manutenção bem como de todas as atividades diretas, por forma a reconhecer o que realmente contribui com valor ou desperdícios;

➤ **4. Melhorar Fluxos: Quais os fluxos de informação, materiais e de pessoas de forma a acelerar os processos de criação de valor?**

Melhorar fluxos de informação, de materiais e de pessoas, com o intuito de acelerar os processos de criação de valor através da eliminação de desperdícios (por ex.: falta de comunicação, processos burocráticos, trabalho improdutivo, tempos de espera, *rework*, subutilização de recursos, incorreta gestão de dados, negligência na aplicação de materiais e equipamentos, etc.);

➤ **5. Aplicar a Lógica Pull: De que forma a lógica *pull* auxilia a conexão entre a manutenção e o cliente?**

Aplicável à gestão de materiais e peças de reserva e à gestão de fornecedores. Pode ainda ser aplicada na melhoria da comunicação e integração da função manutenção com as demais funções da empresa. Na manutenção, devem-se priorizar as atividades nos equipamentos que estão na linha de produção (mesmo que esta seja do tipo *made-to-order*) bem como, as tarefas que sustentam especificações de tolerância e/ou de qualidade da produção;

➤ **6. Procurar a Perfeição: Qual a atitude certa a adotar?**

Estimular os colaboradores da manutenção da constante necessidade de melhorar o desempenho com a adoção de ferramentas e metodologias sistemáticas que promovam práticas e atitudes proativas perante a manutenção. Estas práticas visam a eliminação de atividades que acrescentam tempo e custo;

➤ **7. Inovar sempre: Os desenvolvimentos tecnológicos são ignorados?**

A manutenção deve estar em constante atualização tecnológica, pois esta oferece meios mais simples e económicos. Procurar inovar práticas de gestão de equipamentos, identificando oportunidades de melhoria do processo e serviços, colaborando com outras funções da empresa.

Na Figura 3.1 encontram-se representados os sete princípios da manutenção *lean*.



Figura 3.1 - Os Sete Princípios da Manutenção *Lean*
(Adaptado de Pinto, 2013)

3.1.3. Os 8 Desperdícios da Manutenção

Para a integração do *lean* é necessário identificar o valor para o cliente e as atividades de valor-não-acrescentado. Dentro da cadeia de valor da manutenção, qualquer serviço é considerado como um produto final. Na manutenção existem oito principais formas de desperdícios (Pinto, 2013; Smith, 2004).

- 1) **Manutenção Improdutiva** – Executar qualquer atividade que não acrescente valor, como por exemplo, realizar tarefas de manutenção preventiva mais vezes que as necessárias e em intervalos mais frequentes do que o realmente necessário. Pode também ocorrer por falta de motivação dos colaboradores ou mau planejamento das horas de trabalho;
- 2) **Repetição de Trabalho** – Realizar tarefas incorretamente resulta na sua repetição, ou em trabalho extra, por forma a que se atinjam os objetivos iniciais do mesmo. Isto afeta o custo e a qualidade dos trabalhos. O treinamento correto dos trabalhadores e a padronização de processos é um auxílio na eliminação deste desperdício;
- 3) **Espera por Recursos da Manutenção** – Esperar por ferramentas, peças, máquinas, trabalhadores, ordens e pela compra de material, necessários para a realização da ação de manutenção. Como estas esperas não acrescentam valor, devem ser eliminadas ou reduzidas para um mínimo aceitável;
- 4) **Má gestão do stock** – Não ter o material necessário e adequado para as ações executadas. Inclui a existência de material obsoleto e excesso de *stock*, que significa um capital investido e um consumo de recursos para a sua gestão;

- 5) **Transporte Excessivo** – A centralização de MRO (*Maintenance, Repairs and Operating Supplies*) longe das zonas de trabalho, de material que é repetitivamente utilizado e não está preparado, documentação que é necessária e ordens de trabalho para equipamentos e máquinas que não estão disponíveis, causam excesso de tempo em transporte, o que não agrega valor ao processo;
- 6) **Deslocações Desnecessárias** – A não existência no local das ferramentas, peças, documentação e dos materiais essenciais para a função manutenção, implica tempo perdido em deslocações de ida e volta. Em locais de grande dimensão, estes deslocamentos desnecessários são ainda mais agravados, pelo que devem ser minimizados;
- 7) **Ineficaz Gestão de Dados** – Recolher informação que não tem utilidade e não é necessária. Ineficácia na coleta dos dados, sem que ocorra uma interligação dos mesmos nas diferentes fases do processo de manutenção resulta numa incorreta gestão. Uma recolha inadequada de dados vitais também se torna um desperdício, pois é trabalho que futuramente terá que ser corrigido e repetido;
- 8) **Subutilização dos Recursos** – Seja dos materiais, ferramentas e equipamentos, quer dos colaboradores. A nível dos intervenientes na manutenção, existe um foco nas suas qualificações e não nas suas capacidades.

3.1.4. Estrutura Interna de um Departamento de Manutenção *Lean*

Pensar *lean* em manutenção também exige mudanças no paradigma de organização interna. Assim, em vez da tradicional organização centralizada por especialidades técnicas (por exemplo, mecânica, eletricidade, hidráulica, etc.), a manutenção centrada no pensamento *lean* deve optar por uma estrutura descentralizada e organizada por funções (Pinto, 2013). Posto isto, o departamento deve basear a sua organização na seguinte estrutura exemplificada na Figura 3.2:

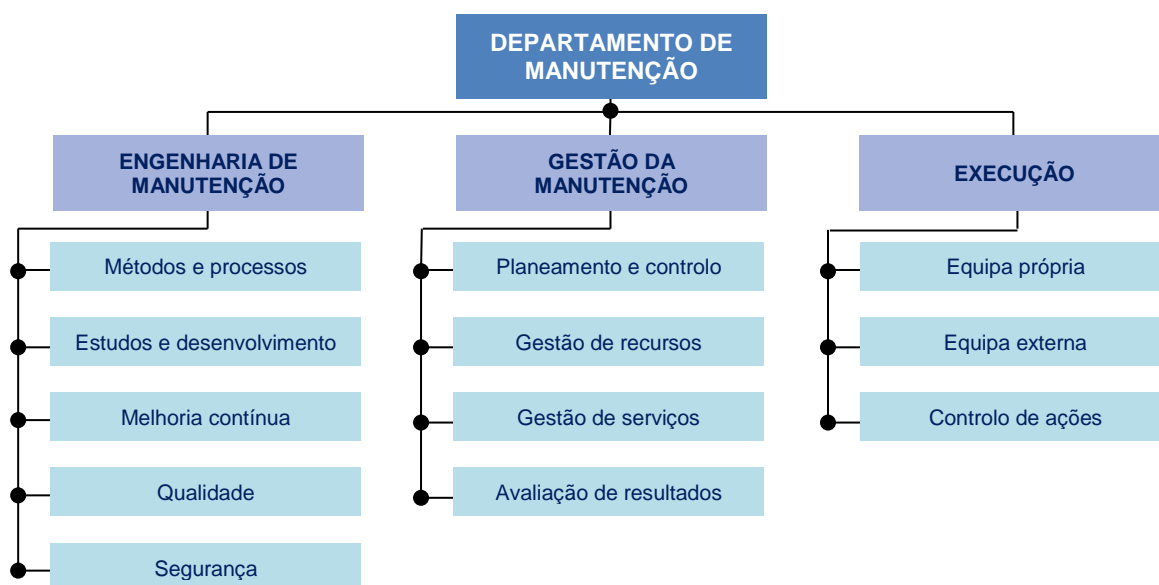


Figura 3.2 - Estrutura Interna da Manutenção de acordo com um Departamento *Lean*
(Adaptado de Pinto, 2013)

Este modelo de organização confere grande flexibilidade ao departamento de manutenção. É aplicável às situações em que os trabalhos de manutenção são executados pelos meios próprios da empresa ou quando são subcontratados.

Na Tabela 3.1 estão detalhadamente listadas as funções e atribuições de cada um dos componentes de um departamento de manutenção *lean*.

Tabela 3.1 – Atribuições de cada Componente de um Departamento de Manutenção *Lean*
Adaptado de Pinto (2013)

Componente	Atribuições
Engenharia de Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de métodos e processos de manutenção; • Estudo e desenvolvimento de práticas e ações de manutenção; • Implementação de processos e ações de melhoria contínua; • Desenvolvimento de procedimentos e sistemas de segurança e qualidade nas ações de manutenção, nos equipamentos e sistemas; • Análise de dados e informações recolhidas pelas equipas de trabalho e decidir acerca da intervenção; • Desenvolver práticas que facilitem o diagnóstico de avarias e acidentes; • Realização de estudos de fiabilidade com vista à validação ou determinação de parâmetros importantes à gestão da manutenção; • Definir as frequências de intervenção da manutenção preventiva sistemática em função do equipamento, do regime de utilização e importância no contexto operacional; • Estabelecer as atividades a efetuar nos vários modelos de manutenção; • Apoiar as equipas que executam as ações de manutenção em aspetos técnicos, de segurança e/ou qualidade.
Gestão da Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Planeamento e controlo das atividades de manutenção; • Gestão de recursos; • Gestão de serviços subcontratados; • Gestão das ações do departamento de manutenção em sintonia com outras funções; • Programação das ordens de execução dos trabalhos de manutenção, de acordo com os graus de urgência e da disponibilidade de recursos; • Acompanhar a execução dos trabalhos e prevenir os responsáveis para eventuais atrasos; • Avaliação do desempenho e <i>reporting</i> de informação para a gestão da manutenção e outras funções da empresa; • Gestão de materiais e <i>stocks</i> de manutenção.
Execução	<ul style="list-style-type: none"> • Realização de trabalhos com recursos próprios; • Realização de trabalhos com recursos subcontratados; • Controlo de ações, segurança e qualidade.

A engenharia de manutenção é uma componente fundamental, dado que desta resulta o suporte às atividades da manutenção em qualquer empresa. A engenharia cria as condições necessárias para que a função manutenção abandone o papel tradicional baseado na intervenção corretiva e avance no sentido da manutenção *lean* e proativa, aquela que evita a ocorrência das falhas e acidentes, e promove a melhoria contínua da segurança, da qualidade e do desempenho (Pinto, 2013).

A gestão da manutenção é basicamente a gestão dos recursos e o planeamento das intervenções, de acordo com a disponibilidade dos utilizadores e dos objetivos da organização.

A componente execução é responsável pela execução prática das ordens de trabalho, pela sua qualidade e pela fiscalização da atividade dos técnicos de manutenção (internos ou subcontratados).

Os processos de manutenção têm como objetivo servir os setores de produção e também toda a área e instalações da empresa, por forma a garantir a máxima produtividade possível (Faccio et al., 2014).

3.1.5. Ferramentas Analíticas do *Lean*

Para o sucesso na implementação do *lean* e para a realização de um diagnóstico assertivo ao estado da manutenção, existem várias ferramentas, técnicas e métodos que suportam o processo de tomada de decisão, que sustentam o seu desenvolvimento e que conduzem à concretização de uma forma estruturada os objetivos estabelecidos. São apresentadas de seguida as que têm um peso importante para o diagnóstico, avaliação e execução.

➤ Ciclo PDCA

O ciclo PDCA foi proposto por Edward Deming e é hoje uma das metodologias mais conhecidas e valiosas para a consecução da melhoria contínua (Pereira & Requeijo, 2012). Tem por base um ciclo composto por quatro etapas: *Plan* (Planear), *Do* (Executar), *Check* (Verificar) e *Act* (Atuar). A Figura 3.3 apresenta o ciclo PDCA e uma sucinta descrição das quatro fases.

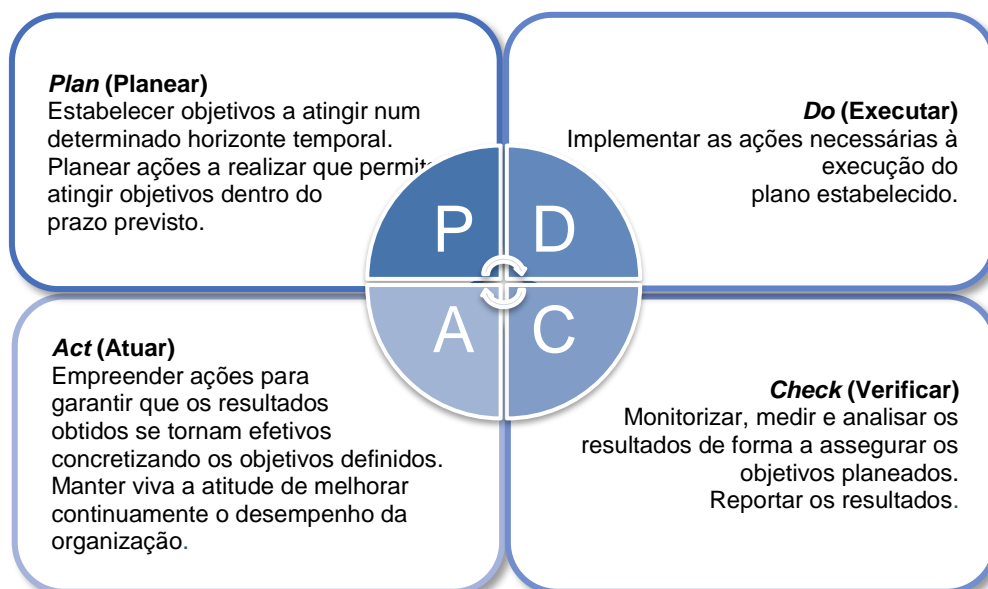


Figura 3.3 - Ciclo PDCA e Descrição de cada Fase
(Adaptado de Pereira & Requeijo, 2012)

Atualmente, o ciclo PDCA representa um conceito fundamental na cultura de uma organização, também incorporado através da ISO 9001:2015 (Sistemas de Gestão da Qualidade, Requisitos), para a promoção da melhoria contínua dos seus processos (Sokovic, 2010). É frequentemente utilizado nas empresas que incluem o *lean* nos seus processos.

➤ TPM

A TPM é uma abordagem desenvolvida pela indústria japonesa, nos anos 1960-1970, de forma a garantir a manutenção eficaz e eficiente (e por isso produtiva), capaz de responder aos desafios do sistema de fabrico *Just-In-Time* (JIT), num contexto de *Total Quality Management* (TQM) (Pinto, 2013).

O princípio base da TPM é que, a melhoria dos equipamentos tem de envolver todos os colaboradores de uma organização, desde os operadores à gestão de topo (Nakajima, 1989). A TPM cultiva ativamente a manutenção de melhoria em que desloca o centro de gravidade da manutenção preventiva, para o lado dos operadores e dos equipamentos (Cabral, 1998). Deve ser elaborado um plano de manutenção transversal a toda a organização em que predomine a manutenção autónoma (Chan et al., 2005).

A TPM é constituída por oito pilares que suportam o seu desenvolvimento e a sua implementação, tendo por base a melhoria contínua e a metodologia 5S + 1 (Figura 3.4).

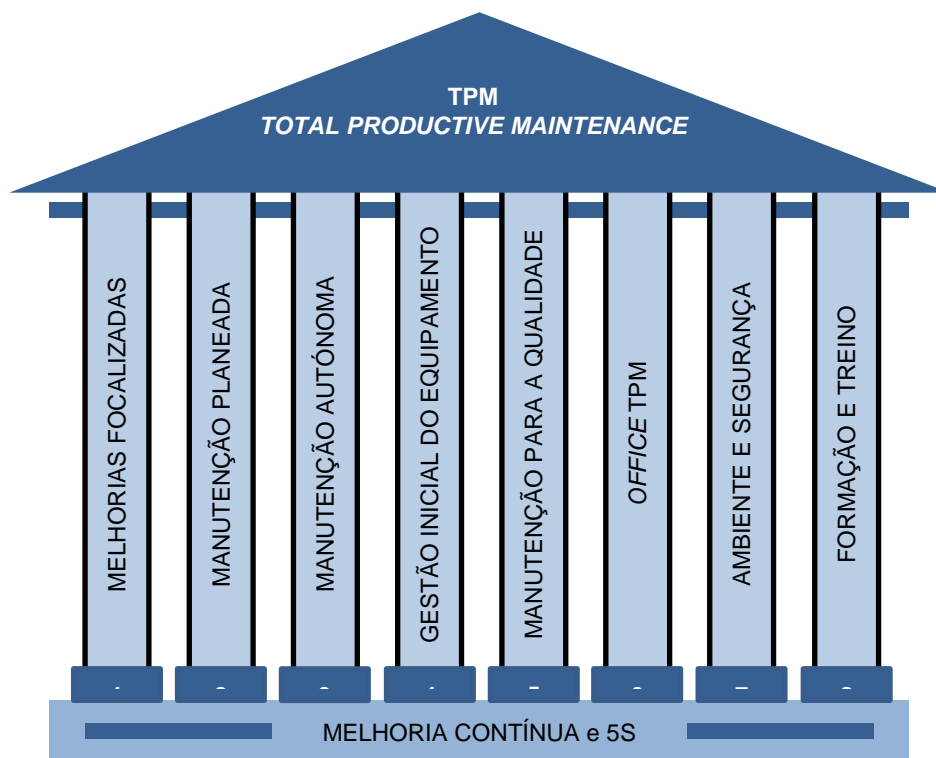


Figura 3.4 - Os Oito Pilares do TPM

Adaptado de Pinto (2013)

De notar que o terceiro pilar corresponde à Manutenção Autónoma (MA), em japonês, *jisho hozen*, que consiste no envolvimento e compromisso dos colaboradores da produção nas atividades básicas de manutenção dos equipamentos. O processo de *empowerment* das pessoas passa também pela atribuição da responsabilidade pelas suas máquinas e instalações, devendo cada um sentir-se como proprietário do seu local de trabalho e dos meios disponíveis. A MA apoia-se num conjunto de passos que orienta as pessoas a adquirirem autonomia na realização de operações de manutenção básicas, de nível 1 (Pinto, 2013).

Um programa de MA é normalmente implementado em várias etapas. Os colaboradores aplicam o que aprendem em cada nível de formação e treino antes de passarem ao próximo nível.

A implementação da TPM depende do nível de desenvolvimento de cada empresa, em que será necessário reajustar os planos de implementação às necessidades e condições particulares de cada uma. As principais fases e etapas de implementação da TPM estão apresentadas na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Etapas de implementação da TPM
Adaptado de Pinto (2013)

Fases	Etapas de Implementação
Preparação	1 – Declaração de intenção da Direção da empresa e implementar a TPM; 2 – Formação, treino e divulgação para a implementação da TPM; 3 – Organização da promoção da TPM; 4 – Estabelecimento de diretrizes básicas e objetivas da TPM: 4.1 – Identificação das grandes perdas; 4.2 – Definição dos índices; 5 – Elaboração de um plano mestre para o desenvolvimento da TPM;
Introdução	6 – Lançamento do projeto empresarial TPM;
Implementação	7 – Sistematização para elevação do rendimento produtivo: 7.1 – Melhorias específicas; 7.2 – Manutenção autónoma; 7.3 – Educação e planeamento; 8 – Estudo prévio dos sistemas de gestão e controlo; 9 – Manutenção da qualidade; 10 – Melhorias dos processos administrativos (<i>back office</i>); 11 – Segurança, saúde e meio ambiente;
Consolidação	12 – Execução plena da TPM e MA.

A implementação da TPM é demorada e os resultados não se obtêm a curto prazo. Tipicamente, três a quatro anos é o período mínimo para a introdução da TPM numa empresa, até que se possam apresentar resultados positivos. Na fase inicial, a empresa terá de suportar investimentos adicionais no restauro de equipamentos, na formação e motivação de pessoas, e em equipamentos de apoio à manutenção (Pinto, 2013).

Hoje a TPM, apelidada de nova TPM proativa, é também uma filosofia de gestão abrangente que procura a eliminação constante de todas as formas de desperdício existentes nas áreas produtivas e administrativas da empresa.

Trata-se da natural evolução da TPM, inicialmente desenvolvida para apoiar a manutenção do equipamento e instalações e que, posteriormente, foi alargando a sua área de intervenção a todo o processo (Pinto, 2013). Na Figura 3.5 está representada a visão holística da nova TPM proativa.

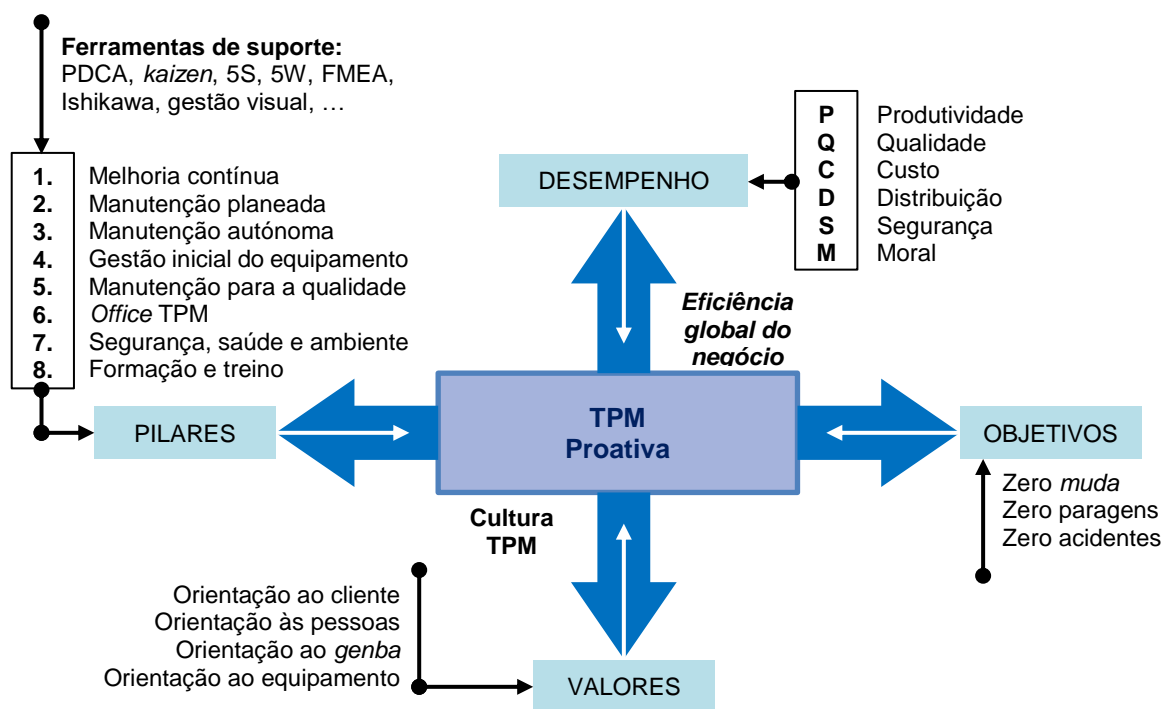


Figura 3.5 - Visão Holística da Nova TPM Proativa
(Adaptado de Pinto, 2013)

➤ Metodologia 5S + 1

Os 5S são uma prática implementada por Kaoru Ishikawa, em 1950, no Japão. Este engenheiro da qualidade foi, possivelmente, inspirado pela necessidade que existia em colocar ordem na grande confusão a que ficou votado o país devido à segunda grande guerra mundial (Silva, 2014).

A Metodologia 5S é uma ferramenta de simples aplicação, contudo difícil de implementar, pois depende também da cultura de trabalho ao qual está a ser aplicada. O sucesso desta depende do rigor e empenho dos colaboradores (Cunha, 2012).

Os principais benefícios da implementação desta metodologia são (Peterson & Roland, 1998):

- Maior produtividade pela redução da perda de tempo pela procura de objetos. Só ficam no posto os objetos necessários e ao alcance da mão;
- Redução de despesas e melhor aproveitamento de materiais, pois a acumulação excessiva de materiais tende à deterioração;
- Melhoria da qualidade de produtos e serviços;
- Menos acidentes do trabalho;
- Maior satisfação dos colaboradores com o trabalho.

O termo 5S surgiu de cinco palavras japonesas iniciadas por “S”, que constituem as diretrizes de implementação e servem de base à metodologia. Algumas empresas e entidades adicionam um sexto

S que representa a segurança. Passa a designar-se por metodologia 5S + 1 e é tida em conta a vertente de segurança dos colaboradores, tal como a ergonomia, a proteção de segurança nos equipamentos, a formação dos colaboradores para atuar em caso de emergência, entre outros aspetos no âmbito da segurança e higiene no trabalho (Silva, 2014). Na Tabela 3.3 encontra-se a definição de cada S.

Tabela 3.3 - Definição dos 5S + 1
Adaptado de Silva (2014)

S	Definição
Seiri Eliminar	Eliminar tudo o que não é necessário da área de trabalho.
Seiton Organizar	Organizar e arrumar tudo o que é necessário.
Seiso Limpar	Limpar e inspecionar o local de trabalho.
Seiketsu Padronizar	Estabelecer normas e procedimentos que façam cumprir os três pontos anteriores.
Shiketsuke Disciplina	Assegurar o cumprimento das normas e procedimentos.
Sekyuriti Segurança	Prevenção de acidentes com a eliminação de perigos.

3.2. Outras Metodologias de Apoio

Além das ferramentas supramencionadas neste capítulo, existem outras também bastante capazes e em crescimento, nomeadamente da qualidade e do TRIZ.

➤ **Brainstorming**

O *brainstorming* é um método de geração de ideias criativas, utilizado no trabalho em equipa, que é imprescindível para a aplicação adequada de qualquer uma das ferramentas de qualidade (Pereira & Requeijo, 2012). As sessões de *brainstorming*, através da interação em grupo, permitem gerar um elevado número de ideias sobre um tópico de interesse, num curto período de tempo. Seguem quatro princípios fundamentais (Hargadon & Sutton, 1996):

- Não criticar ou reprimir as ideias de outros elementos da equipa;
- Fomentar a quantidade de ideias geradas;
- Combinar e melhorar ideias já sugeridas;
- Transmitir todas as ideias, independentemente do quão descabidas possam parecer.

Segundo Pereira e Requeijo (2012) compreende geralmente, 3 fases:

- **1ª Fase** – Os membros do grupo apresentam as suas ideias sobre um determinado tema;
- **2ª Fase** – Revisão das ideias expostas eliminando-se, eventualmente, algumas delas;
- **3ª Fase** – Seleção mais refinada das ideias e agrupamento por prioridades.

➤ Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto foi desenvolvido pelo economista Vilfredo Pareto, o qual constatou que apenas um número reduzido da população detinha grande parte da riqueza existente. Joseph Juran adaptou mais tarde este princípio à gestão da qualidade considerando que, genericamente, 80% dos problemas existentes num processo produtivo são originados por 20% das causas possíveis de os provocar (Pereira & Requeijo, 2012).

Esta ferramenta corresponde a um gráfico de frequências que ilustra a contribuição relativa de cada causa para o problema em análise. Permite, deste modo, visualizar facilmente as causas mais críticas de um determinado problema e consequentemente, estabelecer prioridades de atuação. A construção de um diagrama de Pareto é feita tendo em conta as seguintes etapas (Pereira & Requeijo, 2012):

- Definir os dados para análise e o período de recolha;
- Recolher os dados;
- Classificar os dados obtidos em categoriais e quantificá-las;
- Determinar a percentagem relativa de cada categoria;
- Ordenar as percentagens por ordem decrescente de valor;
- Elaborar um gráfico de barras das percentagens relativas em função das categorias;
- Traçar a curva dos valores acumulados das frequências.

Está exemplificado um diagrama de Pareto na Figura 3.6.

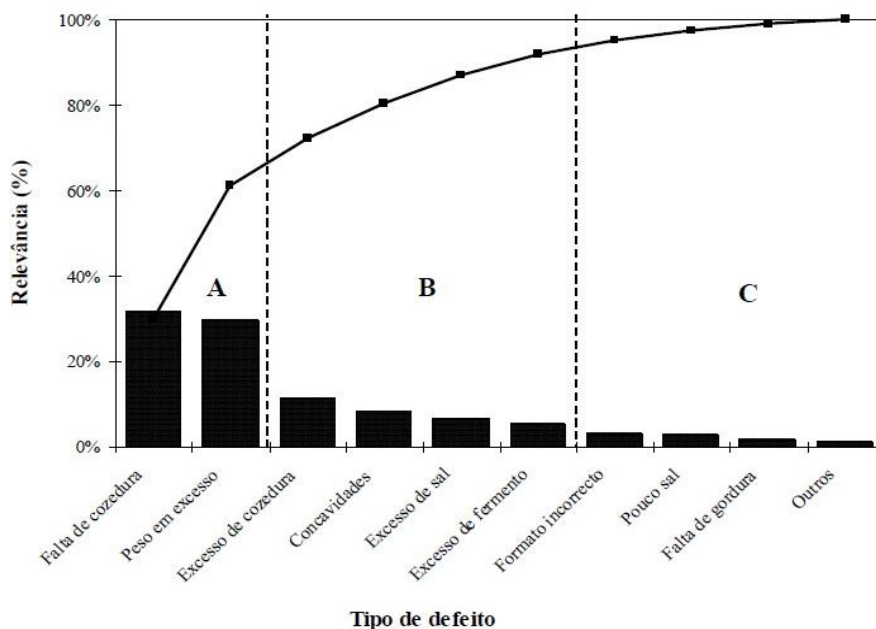


Figura 3.6 - Exemplo de um Diagrama de Pareto
(Adaptado de Pereira & Requeijo, 2012)

Um Diagrama de Pareto de frequências não indica quais as categorias mais importantes, mas apenas as que ocorrem com mais frequência através de uma análise ABC. Se o problema em questão for, por

exemplo, a identificação dos defeitos mais frequentes num certo produto, poderão existir defeitos que, embora pouco frequentes, têm consequências bastante graves. Nestes casos pode-se usar um método de ponderação para modificar as frequências (Pereira & Requeijo, 2012).

➤ Os 5 Porquês

Os 5W, ou 5 porquês, é uma ferramenta de melhoria contínua aplicada para descobrir a causa-raiz de um determinado problema. Consiste numa sequência de 5 porquês até que a verdadeira causa do problema seja identificada. Esta ferramenta incentiva na pesquisa da origem dos problemas para que depois sejam propostas soluções para os mesmos.

Na maioria das situações, não se verifica a regra de utilização exata de 5 porquês, podendo chegar-se mais rapidamente à causa-raiz do problema em estudo (Pinto, 2013). A sua aplicação é bastante simples, mas pode ser suportada por um procedimento formal para a sua aplicação, conforme está na Figura 3.7.

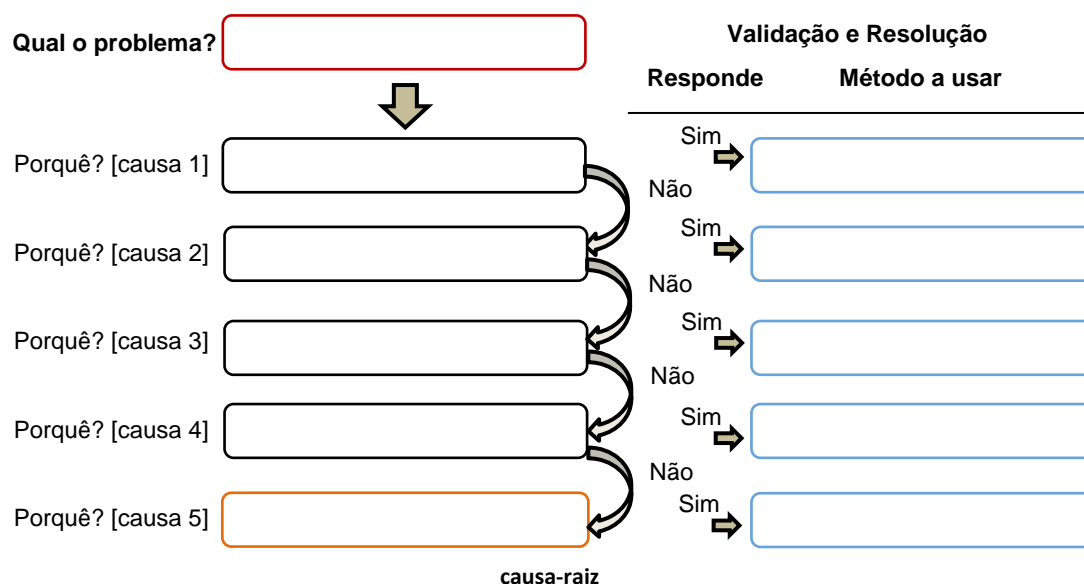


Figura 3.7 - Exemplo de um Procedimento Formal para aplicação dos 5 Porquês (Adaptado de Pinto, 2013)

➤ Método KJ

O método KJ, também comumente conhecido como diagrama de afinidades, é uma ferramenta criativa que permite reunir uma quantidade significativa de informação qualitativa (ideias, frases, temas, etc.) e organizá-la em grupos ou categorias, tendo como critério as afinidades entre os dados.

A sua aplicação é vantajosa quando a informação é dispersa, vaga e de natureza qualitativa, e quando é necessário clarificar e delimitar o essencial do problema para se obter uma visão global (Pereira & Requeijo, 2012).

Na Figura 3.8 está exemplificada a construção de grupos de cartões através do método KJ.

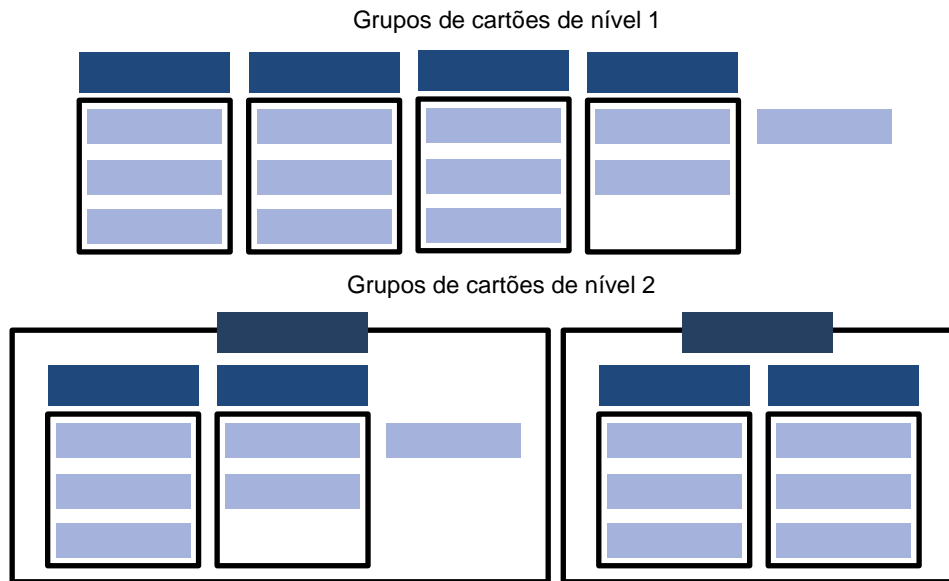


Figura 3.8 - Exemplificação do Método KJ
(Adaptado de Pereira & Requeijo, 2012)

➤ Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa-efeito ou diagrama em espinha de peixe, foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa, em 1943. Procura relacionar graficamente as causas com os efeitos (problemas) que as mesmas produzem.

A construção deste diagrama passa, geralmente, pela definição clara do problema e pela identificação das causas que o originam ou que comprometem o processo. As causas são habitualmente agrupadas em seis grupos de causas principais: mão-de-obra, máquinas, materiais, medições, métodos e meio ambiente (Pereira & Requeijo, 2012). Na Figura 3.9 está a representação de um diagrama de Ishikawa.

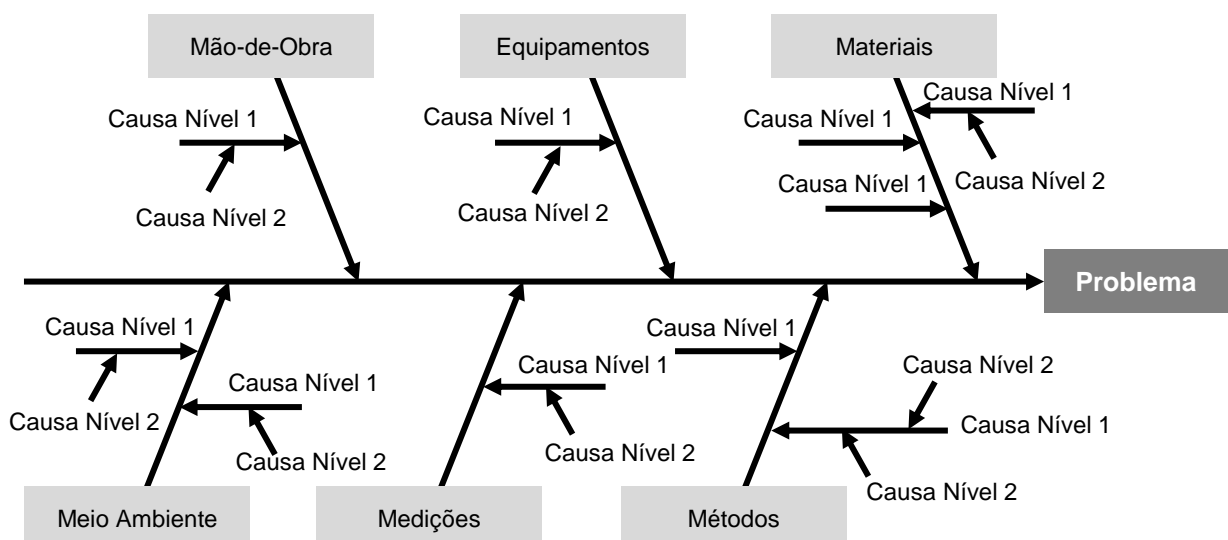


Figura 3.9 - Diagrama de Ishikawa
(Adaptado de Pereira & Requeijo, 2012)

Esta ferramenta é particularmente adequada para o desenvolvimento de trabalho em equipa. (Pereira & Requeijo, 2012). Na sua construção, em primeiro lugar é necessário definir o problema ou efeito. De seguida, pode ser realizada uma sessão de *brainstorming* de modo a enumerar e clarificar o maior número de causas que possam contribuir para o aparecimento do problema (Behr et al., 2008).

Cada categoria pode ser subdivida tantas vezes quantas as necessárias para melhor agrupar e clarificar o problema, mas geralmente, é ramificada até um máximo de três ou quatro níveis. (Pereira & Requeijo, 2012).

➤ Fluxograma

O fluxograma permite ilustrar de forma ordenada, as diversas etapas, entradas e saídas que, de forma lógica/sequencial, contribuem para a obtenção de um produto ou serviço. A sua simbologia é universal, pelo que deve ser sempre respeitada. É da responsabilidade da equipa de trabalho a elaboração do fluxograma e da sua atualização periódica, pelo que deve suscitar uma reflexão conjunta séria e profunda por parte dos profissionais por várias áreas funcionais (Pereira & Requeijo, 2012). Encontra-se uma representação simples na Figura 3.10.

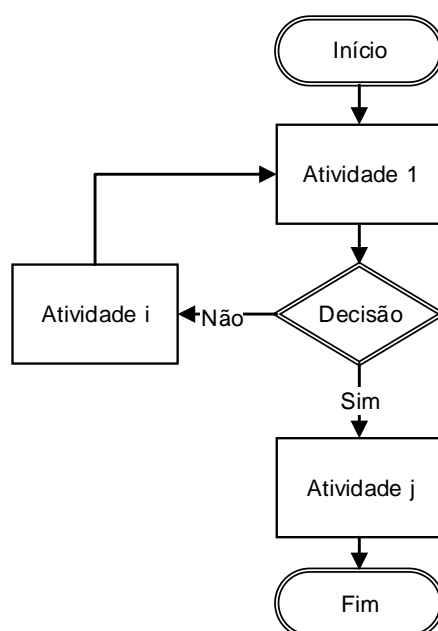


Figura 3.10 – Representação Simplificada de um Fluxograma
(Adaptado de Pereira & Requeijo, 2012)

➤ Business Process Model Notation

É um grupo de técnicas que permite modelar o processo de negócio em um diagrama de fácil compreensão para todos os utilizadores. É um fluxograma que representa os fluxos de atividades e como eles estão vinculados a algum objetivo de negócio, de forma padronizada (Moreira et al., 2018).

Permite o mapeamento dos processos de modo a se entender a lógica do negócio e a se identificar todos os componentes e papéis de cada interveniente. Em empresas que recorram à subcontratação,

é útil para entender como fluem as atividades e informação entre as entidades envolvidas (Carnaghan, 2006).

Apresenta vantagens relativamente a um VSM (*Value Stream Mapping*) e a um fluxograma. Um fluxograma é ideal para processos menos complexos, enquanto um BPMN mapeia processos mais complexos, pois contém mais ícones representativos e ainda permite a visualização clara dos intervenientes do processo. Já um VSM, que significa em português, mapeamento do fluxo de valor, é um método com uma notação específica para a representação gráfica da sequência lógica do que realmente importa. O VSM foi desenvolvido para a produção, mas também já é aplicado na manutenção. No entanto, a sua realização é demorada e difícil, pelo que o BPMN se enquadra melhor, não no processo total da manutenção, mas nos subprocessos do setor.

➤ **Project Charter**

O *Project Charter* ou, declaração do projeto, é um documento que formaliza o início de um projeto e representa um acordo entre a equipa responsável pela condução do projeto e os gestores da empresa. Com a aplicação desta ferramenta pretende-se (Werkema, 2004):

- Apresentar claramente o que se espera em relação à equipa;
- Manter a equipa alinhada com os objetivos prioritários da empresa;
- Formalizar a transição do projeto das mãos do *Champion* para a equipa;
- Manter a equipa dentro do objetivo definido para o projeto.

Deste modo, o documento deverá conter os seguintes elementos (Werkema, 2004):

- Nome do projeto;
- Período de execução do projeto;
- Missão e âmbito do projeto;
- Descrição do problema;
- Definição da meta a atingir;
- Dados históricos do problema;
- Restrições e suposições;
- Elementos da equipa e respetivas responsabilidades;
- Cronograma preliminar.

➤ **Matriz de GUT**

A matriz de GUT é uma ferramenta utilizada para a priorização de problemas através de três critérios: Gravidade (G), Urgência (U) e Tendência (T). Deve ser aplicada sempre que exista a necessidade de priorizar ações dentro de um grande conjunto de opções (Meireles, 2001).

A gravidade prende-se com os danos ou prejuízos que os problemas possam causar na empresa a médio e longo prazo, a urgência avalia a pressão do tempo necessário para solucionar o problema e a tendência refere-se à evolução do problema no futuro (Oliveira, 2017).

Para a elaboração de uma matriz de GUT, tem-se os seguintes passos (Bezerra et al., 2012):

1. Listar todos os problemas identificados;
2. Classificar os problemas de 1 a 5 para cada critério GUT;
3. Multiplicar os valores de cada problema;
4. Ordenar os problemas por ordem decrescente dos valores obtidos (dos mais prioritários a menos prioritários).

Na Tabela 3.4 encontra-se a matriz utilizada para a priorização de problemas através da pontuação de GUT.

Tabela 3.4 - Matriz de Avaliação de Priorização de Problemas de GUT
(Adaptado de Bezerra et al., 2012)

Classificação	Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	GUT
1	Sem gravidade	Pode esperar	Situação não piora	$1 \times 1 \times 1 = 1$
2	Pouco grave	Baixa urgência	Piora a longo prazo	$2 \times 2 \times 2 = 8$
3	Grave	Resolver o mais cedo possível	Piora a médio prazo	$3 \times 3 \times 3 = 27$
4	Muito grave	Situação urgente	Piora no curto-prazo	$4 \times 4 \times 4 = 64$
5	Extremamente grave	Exigida ação imediata	Piora no imediato	$5 \times 5 \times 5 = 125$

➤ Matriz de Idealidade

A Matriz de Idealidade é uma ferramenta do TRIZ e permite identificar interações entre requerimentos técnicos e distinguir os efeitos positivos e negativos das iterações. O TRIZ possui como objetivo estruturar e introduzir uma metodologia ao processo criativo de resolução de problemas de forma a gerar inovação, sendo especialmente indicado para ser aplicado em problemas nas áreas de engenharia (Boavida, 2018). Na Figura 3.11 encontra-se um exemplo de uma matriz de idealidade.

Parâmetros	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Volume		+			-	-	-	-
2. Peso	+				-	-	-	-
3. Duração de funcionamento					+	+		
4. Nível de ruído								
5. Tempo necessário para ferver água	-	-	+			+	-	+
6. Capacidade do depósito de água	-	-	+		+		-	+
7. Duração com a chama no máximo	-	-			-	-		-
8. Água a ferver/ unid. de gás	-	-			+	+	-	

Figura 3.11 – Exemplo de uma Matriz de Idealidade para um Fogão de Campismo
(Adaptado de Navas, 2013)

Esta matriz é de grande utilidade, pois pode ser construída com parâmetros livres da manutenção, o que irá permitir um melhor entendimento de como eles se interrelacionam e de como ao melhorar um requisito irá piorar ou melhorar outro.

➤ Diagrama em Árvore

O diagrama em árvore tem a forma de um organograma e permite ilustrar com grande detalhe todas as alternativas, percursos e eventos que conduzem a um objetivo previamente definido. Este diagrama assegura que todos os passos possíveis para a resolução de um determinado problema estão a ser considerados e que as linhas lógicas traçadas são coerentes (Pereira & Requeijo, 2012).

Para se obter este diagrama deve-se:

- Definir o tema/objetivo final a atingir;
- Realizar um desdobramento, através da definição para cada objetivo de nível 1 dos seus elementos constituintes, assim como os respectivos subelementos;
- Rever o diagrama, garantindo que o conteúdo e a estrutura da árvore têm um sentido lógico e que permitem atingir adequadamente o objetivo final.

Na Figura 3.12 está representado um exemplo de estrutura para um diagrama em árvore.

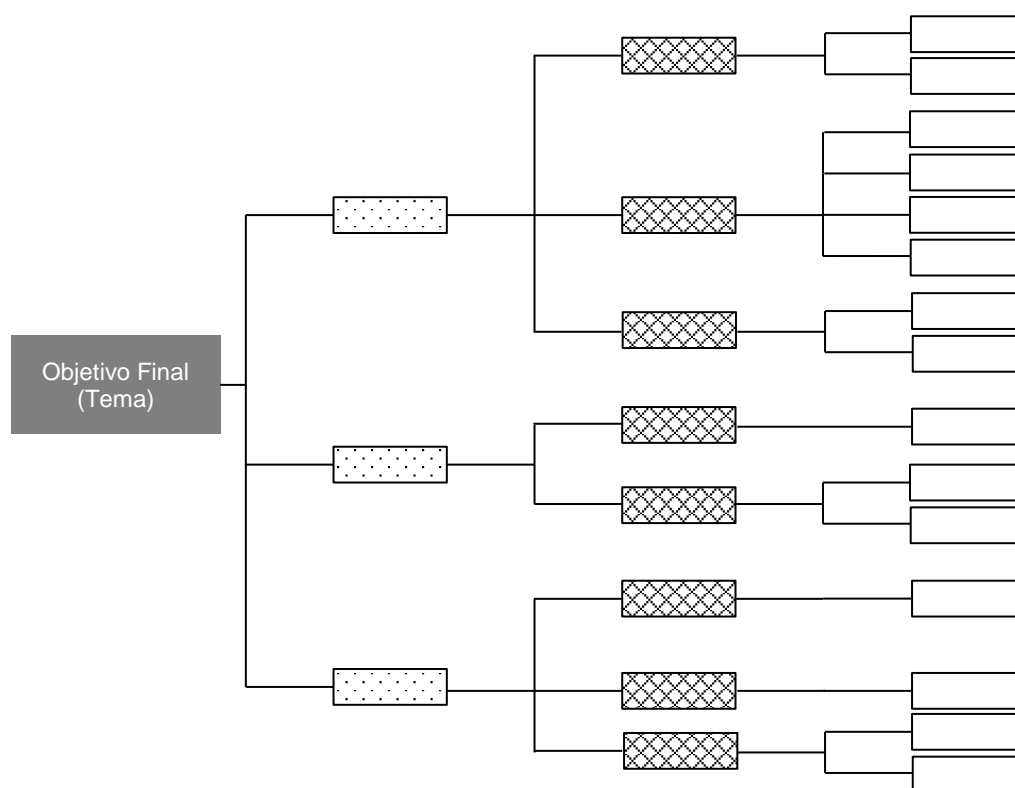


Figura 3.12 - Exemplo de Estrutura de um Diagrama em Árvore
(Adaptado de Pereira & Requeijo, 2012)

➤ Modelo de Kano

O modelo de Kano é um método de gestão de qualidade, idealizado por Noriaki Kano, que procura a melhoria contínua de processos, produtos ou serviços. Esta metodologia visa a perceção das necessidades dos clientes e pretende auxiliar as empresas a refletir e concentrar os seus esforços nas preferências dos clientes e nos requisitos que o cliente aprecia no produto ou serviço prestado, com a garantia da sua satisfação e lealdade (Coimbra, 2017).

Este modelo permite descobrir quais as exigências e expectativas do cliente em que, de forma estratégica, distingue seis tipos de requisitos do produto, processo ou serviço que influenciam a satisfação do mesmo (Neto & Takaoka, 2010). São definidos os seguintes requisitos (Kano, 1984):

- Requisitos obrigatórios (O): atributos básicos de qualquer produto/serviço e que correspondem às expectativas mínimas dos clientes;
- Requisitos unidimensionais (Un): verifica-se uma relação de proporcionalidade entre o desempenho do requisito e a satisfação dos clientes, pelo que são exigidos pelo cliente;
- Requisitos atrativos (A): quando atingidos têm maior influência na satisfação dos clientes que os outros, mas caso não sejam alcançados, também não provocam insatisfação;
- Requisitos neutros ou indiferentes (I): para o cliente um bom ou mau desempenho deste requisito não tem qualquer influência na sua satisfação, pelo que não afeta a sua decisão;
- Requisitos contraditórios (C): estes requisitos comportam-se de forma inversa à dos requisitos unidimensionais;
- Requisitos questionáveis (Q): quando um requisito é avaliado como questionável, é provável que a pergunta apresentada ao cliente não tenha sido bem formulada.

O gráfico do ciclo de vida dos requisitos do modelo de Kano encontra-se na Figura 3.12.

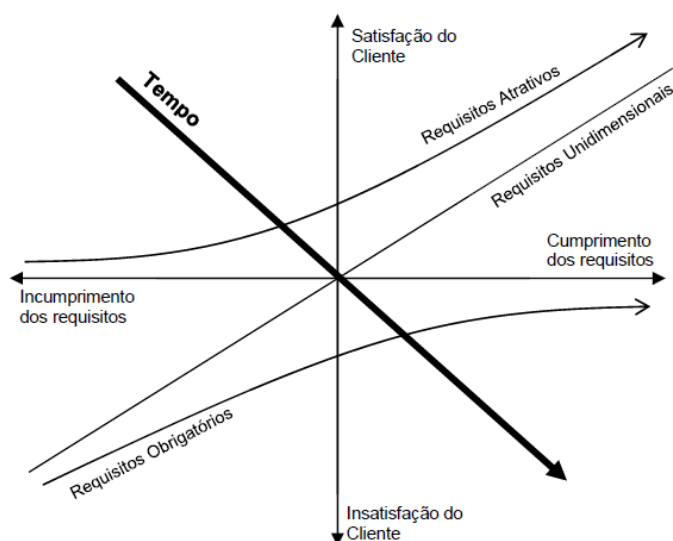


Figura 3.12 – Ciclo de Vida dos Requisitos do Modelo de Kano
(Adaptado de Kano, 1984)

A classificação dos atributos é alcançada através da realização de questionários específicos direcionados ao cliente. Cada questionário é composto por pares de questões de natureza distinta. Em cada par deve existir uma questão funcional, para obter uma reação do cliente em relação à presença de uma determinada característica no produto, e outra questão disfuncional, para obter uma reação quanto à ausência de tal característica. Para a construção de um questionário de Kano é necessário seguir os seguintes passos (Berger, 1993):

- 1) Identificar os requisitos do produto;
- 2) Construir os questionários de Kano;
- 3) Realizar entrevistas aos clientes;
- 4) Avaliar e interpretar os resultados do questionário de Kano.

Também se pode acrescentar uma última questão que contém o *Self-Styled Importance Questionnaire*. Esta última questão é outra ferramenta de Kano que permite avaliar a satisfação do cliente.

Para a avaliação dos requisitos é necessário analisar as respostas dadas pelos inquiridos nos questionários, com recurso à tabela de avaliação de Kano (Tabela 3.5), que permite o cruzamento das respostas com as duas questões funcionais e disfuncionais do questionário.

Tabela 3.5 - Tabela de Avaliação de Kano
(Adaptado de Sauerwein, 1996)

Requisitos		Forma disfuncional				
		Gosto quando isso acontece	É imperativo ser assim	Neutro	Aceito que isso aconteça	Não gosto
Forma Funcional	Gosto quando isso acontece	Q	A	A	A	Un
	É imperativo ser assim	C	I	I	I	O
	Neutro	C	I	I	I	O
	Aceito que isso aconteça	C	I	I	I	O
	Não gosto	C	C	C	C	Q

Dos questionários resulta um conjunto de respostas, pelo que é necessário calcular as frequências de observação das respostas por cada inquirido, de modo a permitir uma melhor identificação da categoria correspondente a cada requisito.

Podem-se vir a verificar categorias com a mesma percentagem de observação, pelo que é necessário desempatar-las para definir qual o requisito. Matzler et al. (1998), propôs uma regra para o desempate de pontuações, em que a atribuição das categorias tem de respeitar a hierarquia das mesmas. Esta regra de decisão prioriza os requisitos que contribuem para um aumento da qualidade do produto e/ou serviço e que, desta forma, aumentam a satisfação do cliente de igual modo.

De seguida é necessário aferir com maior detalhe a atratividade dos requisitos pelo que nesta fase do

modelo de Kano ocorre a aplicação do Coeficiente de Satisfação do Cliente (CSC). Este coeficiente indica a percentagem de clientes que expressa maior satisfação com a existência ou cumprimento de determinados requisitos. Permite também aferir a percentagem de clientes que expressa insatisfação com a ausência ou não cumprimento dos mesmos (Berger et al., 1993; Violante & Vezzetti, 2017).

O CSC é determinado a partir de dois índices: o coeficiente de satisfação do cliente da extensão da satisfação (CSCS), na Equação 3.1, e o coeficiente de satisfação do cliente da extensão da insatisfação (CSCI), na Equação 3.2.

$$CSCS = \frac{A + Un}{A + Un + O + I} \quad (3.1)$$

$$CSCI = \frac{Un + O}{A + Un + O + I} \times (-1) \quad (3.2)$$

Segundo Matzler et al. (1998), o CSCS poderá tomar valores compreendidos entre 0 e 1, em que quanto maior for o valor, maior será a satisfação do cliente com o cumprimento do requisito. O CSCI apresenta valores entre -1 e 0. Quando mais negativo for o valor, menor será a satisfação do cliente se o requisito não for cumprido.

Através da última questão do inquérito, com o *Self-Styled Importance Questionnaire*, poderá ser avaliado qual o requisito que provoca maior satisfação. Para tal, é utilizado o método do *Ranking Médio* (RM), em que este corresponde à média ponderada em relação à frequência das respostas dadas pelos inquiridos (Equação 3.3).

$$RM = \frac{(X_1W_1) + (X_2W_2) + \dots + (X_nW_n)}{Total\ de\ Respostas} \quad (3.3)$$

Em que:

X_n = Frequência de respostas para o nível de satisfação;

W_n = Peso do nível de satisfação.

n = Nível de Satisfação

4. Proposta de Modelo

Neste capítulo é proposto um modelo para a melhoria contínua nas atividades de gestão da manutenção. Este modelo foi desenvolvido tendo por base principal a filosofia *lean*, e resultou de uma melhoria de três modelos já existentes também aqui descritos.

São explicados os motivos do surgimento de um novo modelo, é realizada uma descrição detalhada das diferentes fases constituintes do modelo e das ferramentas, métodos e técnicas que podem ser aplicadas em cada fase. Por último, é exposta a importância do envolvimento dos colaboradores no processo de mudança.

4.1. Modelos Existentes para a Melhoria Contínua da Gestão da Manutenção

Existem várias abordagens para a implementação da melhoria contínua na manutenção. Para o estudo realizado, foram analisados três modelos de autores diferentes que seguem diferentes estratégias de implementação. O primeiro modelo foca-se na melhoria contínua da gestão da manutenção e os dois últimos são um *roadmap* para a implementação do *lean* no setor de manutenção.

4.1.1. *House of Maintenance*

Este modelo foi desenvolvido por Barberá et al. (2012), tendo em consideração que o setor gere, em menor ou maior grau a manutenção. Surgiu devido à grande lacuna entre os modelos académicos e a sua aplicação na prática pelas empresas. Este modelo, direcionado para a integral gestão da manutenção em um ciclo de melhoria contínua, está alinhado com as estratégias, políticas e indicadores do negócio.

O modelo apelidado de “*House of Maintenance*” leva em consideração as restrições reais que possam limitar o *design* do planeamento da manutenção preventiva. Também considera a seleção de peças de reserva críticas e o envolvimento positivo das tecnologias de gestão da manutenção a nível global (Barberá et al., 2012).

Adicionalmente, o modelo descreve como gerir e otimizar de forma contínua todos os processos relacionados com o planeamento, programação e implementação de manutenção. Em contexto real tem em consideração determinadas restrições que podem afetar a eficiência e/ou eficácia da gestão da manutenção industrial. Foi projetado de uma forma simples e prática, em que considera o alinhamento dos principais processos externos que suportam o processo interno, facilitando ainda os responsáveis pela gestão da manutenção. Cada etapa do modelo corresponde a uma ação que

precede a próxima, pelo que a ordem e direção das etapas e ações não é reversível (Barberá et al., 2012).

Na Figura 4.1 está representado o modelo para a gestão da manutenção “*House of Maintenance*”.

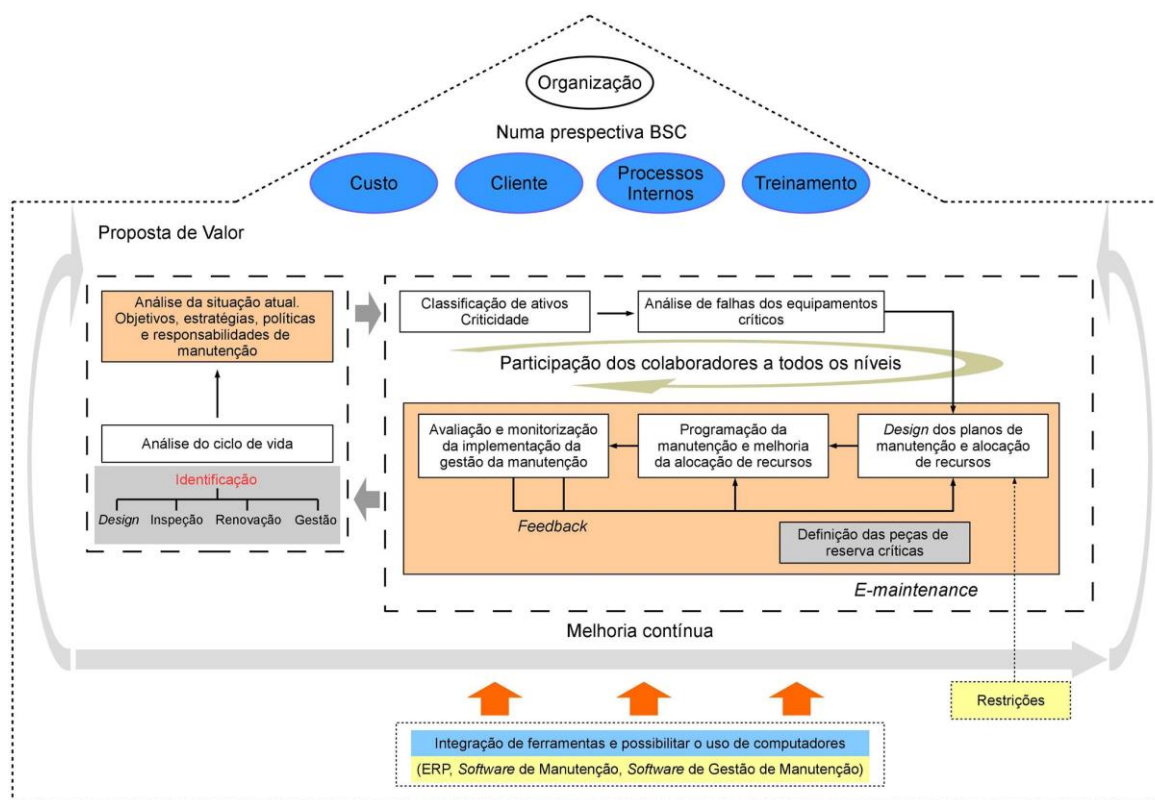


Figura 4.1 - Modelo Proposto para a Melhoria Contínua na Gestão da Manutenção "House of Maintenance" (Barberá et al., 2012)

De seguida são descritas sucintamente as diferentes etapas do modelo:

➤ **Etapas 1 – Análise da Situação Atual: definição de objetivos, estratégias e responsáveis da manutenção**

Primeiro, e como precursor de qualquer atividade, é necessário realizar uma avaliação em relação à forma de gestão da manutenção. Deve considerar todos os aspetos relacionados à manutenção dos equipamentos onde as informações estão disponíveis, como por exemplo o planeamento, a programação e execução de tarefas de manutenção, o histórico de falhas, indicadores como o MTTR, MTBF, entre outros. Para se atingir um desempenho preciso na gestão global da manutenção é essencial definir-se antecipadamente os objetivos a serem alcançados. Isto é conseguido através do estabelecimento de uma estratégia direcionada para esses objetivos e da atribuição das responsabilidades aos colaboradores envolvidos nos níveis operacionais e de gestão.

➤ **Etapas 2 – Classificação dos Equipamentos**

Após a definição de responsabilidades e dos objetivos, é crucial discretizar os ativos físicos da organização com base na sua criticidade (tendo em conta o seu impacto no sistema global de produção

e/ou segurança). Para tal existem diversas técnicas qualitativas e quantitativas que oferecem uma base sistemática para a classificação da criticidade de um ativo. Os autores consideram que a sua classificação deverá ser dividida em: críticos, semicríticos e não críticos (Moubray, 2001).

➤ **Etapa 3 – Análise das Fragilidades dos Equipamentos Críticos e Semicríticos**

Esta etapa consiste numa inspeção técnica ou visual que analise os equipamentos anteriormente classificados como críticos e semicríticos. Para cada equipamento é necessário analisar as possíveis falhas repetitivas e crónicas, a partir dos dados históricos do equipamento, cuja frequência de ocorrência possa ser considerada excessiva. Esta análise deve preceder o desenvolvimento de ações que constituem os planos de manutenção.

➤ **Etapa 4 – *Design* dos Planos de Manutenção e dos Recursos necessários**

Nesta etapa ocorre o planeamento da manutenção preventiva tendo em consideração a análise anteriormente realizada. O planeamento pode ser dividido em duas partes principais: recolha de informação e tomada de decisão. Os autores baseiam-se na RCM, para o planeamento de cada estratégia de manutenção. Como regra geral, a RCM, prioriza a manutenção dos componentes críticos e deixa os componentes não-críticos operarem até a sua falha (em que ocorre posteriormente a manutenção corretiva e/ou curativa).

➤ **Etapa 5 – Programação da Manutenção e Melhoria na Alocação dos Recursos**

Deve ser realizado um cronograma detalhado de todas as atividades de manutenção a serem realizadas, tendo em consideração as necessidades da produção e o custo de oportunidade para o negócio. O agendamento das atividades de manutenção, com o objetivo da melhor alocação dos recursos humanos e materiais, deve minimizar o impacto na produção. O plano deve estar definido a curto (menos de 1 ano), a médio (entre 1 e 5 anos) e a longo prazo (mais de 5 anos).

➤ **Etapa 6 – Controlo e Avaliação da Implementação da Manutenção**

A execução das atividades de manutenção deve ser avaliada e continuamente monitorizada, de modo a atingir os objetivos da organização e os valores definidos para os KPIs da manutenção. O controlo da execução permite que um *feedback* seja fornecido e melhora o *design* dos planos de manutenção, melhorando assim a sua eficácia e eficiência. O *design* do sistema de informações é orientado para coletar e processar as informações, que permitem a consecução dos objetivos básicos da gestão da manutenção, aumentando a eficiência e reduzindo os custos.

➤ **Etapa 7 – Análise do Ciclo de Vida e da possível Renovação dos Equipamentos**

Através de uma análise do custo do ciclo de vida de um equipamento é possível determinar o custo de um ativo ao longo da sua vida útil. Esta análise pode incluir custos de planeamento, pesquisa e desenvolvimento, produção, operação, manutenção e remoção de equipamentos (Yang, 2007). Esta

análise é essencial para a ideal aquisição de novos equipamentos pois mostra todos os custos associados a um ativo, além do preço de compra e permite que a gestão de topo desenvolva previsões precisas.

4.1.2. Lean Maintenance Roadmap

Mostafa et al. (2015) propuseram um *roadmap* (Figura 4.2) para a adoção do pensamento *lean* nos processos de manutenção. O *roadmap* proposto adota a hipótese de Womack e Jones (2003), de que os princípios *lean* podem ser implementados em todas as organizações, tendo sido concebido com base nos cinco princípios do *lean*.

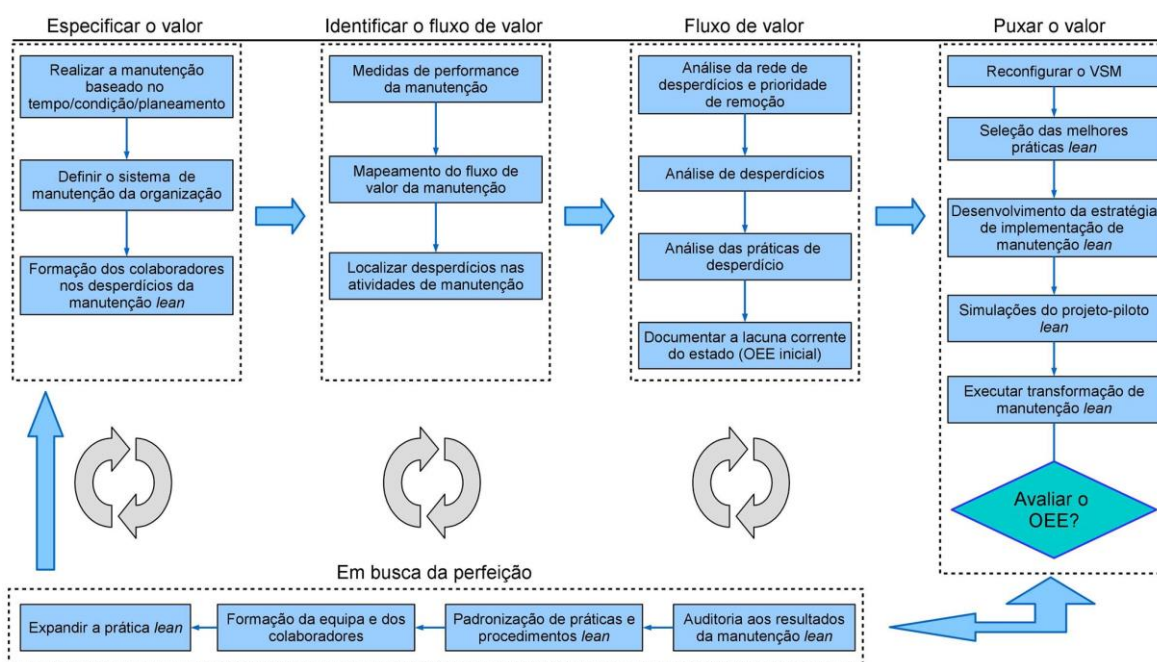


Figura 4.2 - Roadmap para a Adoção dos 5 Princípios Lean na Gestão da Manutenção (Mostafa et al., 2015)

Este *roadmap* pode ser considerado como um passo inicial para a integração dos princípios *lean* com os processos de manutenção. Pode ser utilizado para diferentes propósitos: para uma organização que procura transferir o *lean* para o departamento de manutenção ou para outras organizações que estão a iniciar a transformação *lean* do departamento de manutenção. Este *roadmap* é flexível e pode ser ajustado de acordo com qualquer estratégia de manutenção, sendo abrangente para os processos de manutenção (Mostafa et al., 2015).

O *roadmap* está dividido em 5 etapas, que vão ao encontro dos 5 princípios *lean* (Mostafa et al., 2015):

➤ Etapa 1 – Especificar o Valor

É a primeira etapa e foca-se na definição do sistema de manutenção da organização, que inclui atividades, planeamento de manutenções, estratégias e equipas de manutenção. Esta etapa também define o treinamento dos colaboradores naquilo que são os desperdícios da manutenção.

➤ **Etapa 2 – Identificar o Fluxo de Valor**

Esta etapa começa com o mapeamento do fluxo de valor da manutenção, com o objetivo de se localizarem as fontes de desperdícios. Inclui todas as atividades e processos relacionados com a manutenção. Termina com a definição de medidas de desempenho dos equipamentos como, disponibilidade, OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) e MTBF.

➤ **Etapa 3 – Fluxo de Valor**

Seguir o valor através da análise de redes de desperdícios e depois analisar as práticas de desperdícios. Esta etapa documenta a lacuna do estado atual do departamento de manutenção.

➤ **Etapa 4 – Puxar o Valor**

A quarta etapa é confirmar que os equipamentos estão a puxar o valor através de todos os processos de manutenção. A execução dos princípios *lean* ocorre nesta etapa. Inclui a reconfiguração do VSM ou a construção do futuro mapa de valor, a seleção das melhores práticas *lean*, o desenvolvimento da transformação *lean* e a reavaliação do OEE.

➤ **Etapa 5 – Em Busca da Perfeição**

A última etapa é a eliminação dos desperdícios nos processos de manutenção. Isto pode ser conseguido através da auditoria aos resultados da manutenção *lean*, com a padronização das práticas e procedimentos *lean*, com o desenvolvimento de equipas e dos colaboradores e com a expansão das práticas *lean*.

4.1.3. *Lean Centered Maintenance*

A *Lean Centered Maintenance* (LCM) é uma operação proativa que emprega atividades de manutenção planeadas através das práticas TPM, usando estratégias de manutenção centrada na fiabilidade (RCM), e que recorre a equipas autónomas, formadas por pessoas com múltiplos conhecimentos e experiências, através do uso correto de sistemas informáticos de apoio à manutenção Pinto (2013).

É suportada por um sistema descentralizado de gestão de materiais e peças de reserva que garantem o fornecimento JIT do que é necessário. É apoiada num grupo de engenharia de fiabilidade que realiza análise de causas e efeitos RCFA (*Root Cause Failure Analysis*) e análises de manutenção preditiva/condicionada.

Pinto (2013), desenvolveu um *roadmap* genérico de implementação da LCM. O modelo apresentado na Figura 4.3, contém as fases principais de implementação e o tempo estimado de cada uma dessas quatro fases. Este *roadmap* foi desenvolvido baseado num caso prático.

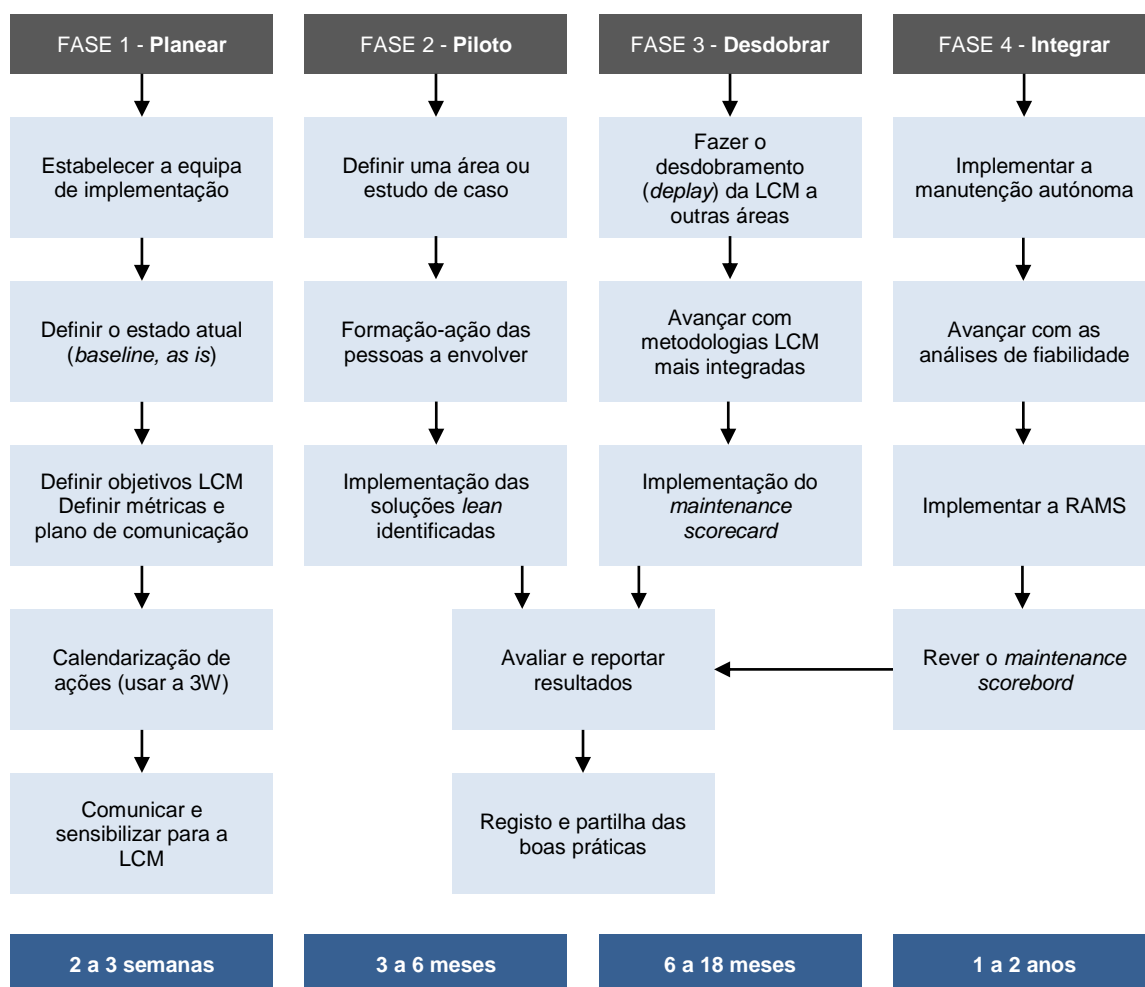


Figura 4.3 - Roadmap para a Implementação da LCM
(Adaptado de Pinto, 2013)

4.2. Desafios e Lacunas dos Modelos Descritos

Foi efetuada uma análise crítica dos três modelos de modo a entender as lacunas existentes, com o objetivo de se identificar as necessidades e oportunidades de melhoria para a criação de um novo modelo.

➤ *House of Manintenance*

Concentra-se nas atividades intrínsecas da gestão da manutenção, com especial incidência na análise de equipamentos e na definição de planos de manutenções. Não explicita qual a abordagem que se deve ter em relação aos parâmetros globais da gestão da manutenção, como a análise da cadeia de valor, métodos para a recolha de informação, sistemas de comunicação, entre outros.

Foca-se em problemas muito específicos da atividade, mas não analisa os problemas da manutenção como um todo e, tendo em consideração a complexidade da gestão da manutenção. é necessário que a melhoria contínua permita ganhos em todos os aspetos da gestão. Por esse motivo, pode impedir a expansão da melhoria contínua nos restantes parâmetros.

➤ **Lean Maintenance Roadmap**

Este *roadmap* baseia-se apenas nos cinco princípios do *lean*, focando-se no mapeamento do fluxo de valor do processo de manutenção de uma organização. Porém, atualmente são reconhecidos sete princípios, que se têm relevados como essenciais para o sucesso de implementação desta filosofia.

O mapeamento pode ser usado com *softwares* específicos a esse fim, e que permitam a medição da associação dos oito tipos de desperdícios da manutenção e as práticas *lean*. Não obstante, o mapeamento de valor nem sempre é possível de se executar, seja por lacunas de informação ou pelo facto de ser necessário tempo e de uma equipa para o realizar. Por esse motivo, essa impossibilidade de mapeamento imediato põe em causa o próprio *roadmap*.

➤ **Lean Centered Maintenance**

Na aplicação deste modelo, o autor identificou alguns erros de aplicação, que se traduziram em desafios intrínsecos ao mesmo. Nomeou esses desafios como os sete pecados mortais normalmente cometidos na implementação *lean* na manutenção, que são:

1. Falha no planeamento;
2. Incorreta definição do “antes” e do “depois” da LCM;
3. Falta de coordenação e acompanhamento;
4. Escolha do projeto errado;
5. Iniciar a implementação *lean* na manutenção de forma isolada da empresa;
6. Basear-se em grandes intenções em vez de recursos necessários;
7. Não assegurar a continuidade do projeto *lean*.

Verificou também que é necessário a integração das metas de curto prazo com as de longo prazo, em que usou um desdobramento estratégico, o *hoshin kanri* (ferramenta de decisão estratégica que coloca ênfase e esforços nas iniciativas críticas necessárias para alcançar os objetivos da empresa).

Afirma que a integração dos objetivos estratégicos com os objetivos individuais de cada colaborador permite que todas as pessoas envolvidas no processo saibam qual é o seu papel e os seus objetivos na implementação da LCM.

4.3. Outros Modelos de Gestão da Manutenção

Neste estudo foram analisados três modelos, mas ao longo dos tempos diversos autores propuseram diversos modelos inovadores que auxiliassem a inovação e melhoria contínua na gestão da manutenção. Cada um dos modelos aborda determinadas metodologias, mostrando a versatilidade das inúmeras abordagens para a melhoria da gestão da manutenção através da filosofia *lean* mas também, através de ferramentas da qualidade, sistemas de informação, TPM, RCM, LCM, entre outros.

Na Tabela 4.1 encontra-se uma lista de outros modelos, juntamente com os analisados, numa ordem cronológica.

Tabela 4.1 - Modelos Inovadores para a Gestão da Manutenção em Ordem Cronológica
(Adaptado de Campos, 2010)

Ano	Inovação	Autor(es)
1990	Propôs um sistema completo de indicadores de manutenção.	Pintelon & Van Wasswnehove (1990)
1992	Expôs a necessidade de vinculação entre a manutenção e outras funções organizacionais. Destacou a importância do uso de técnicas quantitativas para a gestão da manutenção.	Pintelon & Gelders (1992)
1995	Propôs uma análise focada na eficácia e eficiência da manutenção. Enfatizou a importância da liderança na gestão da manutenção.	Vanneste & Wassenhove (1995) Campbell & Jardine (2001)
1997	Propôs uma abordagem de modelação integrada com base nos conceitos de teoria da gestão situacional.	Riis et al. (1997)
2000	Propôs o uso de uma grande variedade de conceitos e ferramentas de conceitos japoneses para o controlo estatístico dos processos de manutenção em um módulo designado de "controlo de <i>feedback</i> ".	Duffuaa et al. (2000)
2001	Orientou o modelo para o uso do computador, usando um padrão para a troca de informação.	Hassanain et al. (2001)
2002	O uso de <i>e-maintenance</i> . Propôs um guia para analisar a conveniência da subcontratação como elemento de entrada na estrutura da manutenção. Incorporou o conhecimento tácito e explícito e integrou-os em um banco de dados de computador. Dá valor especial ao conhecimento de gestão.	Tsang et al. (1999)
2006	Sugeriu a união das ferramentas: QFD (<i>Quality Function Deployment</i>) e TPM em um modelo.	Pramod et al. (2006)
2007	Propôs uma visão de processo na qual a manutenção contribui para o cumprimento dos requisitos dos " <i>stakeholders externos</i> ".	Soderholm et al. (2007)
	Propôs um modelo orientado para a melhoria da fiabilidade operacional, além do custo do ciclo de vida dos ativos industriais.	Márquez (2007)
2010	Mostrou parte de um processo de criação e modelagem de um novo modelo de gestão da manutenção completamente alinhado ao padrão de gestão da qualidade ISO 9001:2008 e usando a <i>Unified Modeling Language</i> (UML).	Campos & Márquez (2009); Campos et al. (2010)
2012	Propôs um modelo avançado para a gestão integrada da manutenção de plantas industriais e equivalentes.	Barberá et al. (2012)
2013	Propôs um modelo baseado na LCM.	Pinto (2013)
2015	Propôs um modelo para a adoção do pensamento <i>lean</i> nos processos de manutenção através dos cinco princípios da Filosofia.	Mostafa et al. (2015)

4.4. Modelo Proposto

Como já foi referido, o modelo proposto consiste numa adaptação e melhoria dos anteriores por forma a se adequar melhor ao estudo de caso realizado. Foi definido que a base do modelo seria a filosofia *lean*, tanto pelo seu atual enquadramento na gestão da manutenção como pelas oportunidades que

proporciona na melhoria contínua dos processos e atividades. Baseou-se, sobretudo, no modelo recentemente proposto por Mostafa el al. (2015).

O modelo pressupõe uma abordagem global aos problemas da atividade, de modo a identificar os mais críticos, não esquecendo os sete princípios chave de aplicação do *lean*, que foram concebidos para definirem uma lógica de implementação. Porém, a aplicação dos sete princípios nem sempre é fácil de executar, pelo que este modelo surge como um suporte a essa implementação e fornece as diretrizes para o melhor seguimento dos sete princípios. O modelo foi também criado com o intuito de ser utilizado em qualquer contexto industrial, pelo que é bastante ágil e ajustável. A sua vantagem prende-se com a sua flexibilidade na escolha de ferramentas, métodos e técnicas, em que esta seleção deve ir de encontro aos objetivos da empresa e da sua estratégia.

Este modelo está desenvolvido para que a implementação do *lean* ocorra de forma gradual e desapressada, para que sejam sistematizadas as alterações que se realizarem no departamento. Por isso está traçado como um ciclo, com o objetivo de promover a melhoria contínua, ao mesmo tempo que permite a expansão do *lean* na empresa. Reforça também a importância da formação e treinamento em *lean* dos colaboradores desde a fase inicial do projeto.

Na Figura 4.4 está representado o modelo proposto, que é composto por sete fases, em que seis são consideradas como as fases principais, sendo sucedidas por uma fase final que sustenta a sistematização dos conceitos e processos.

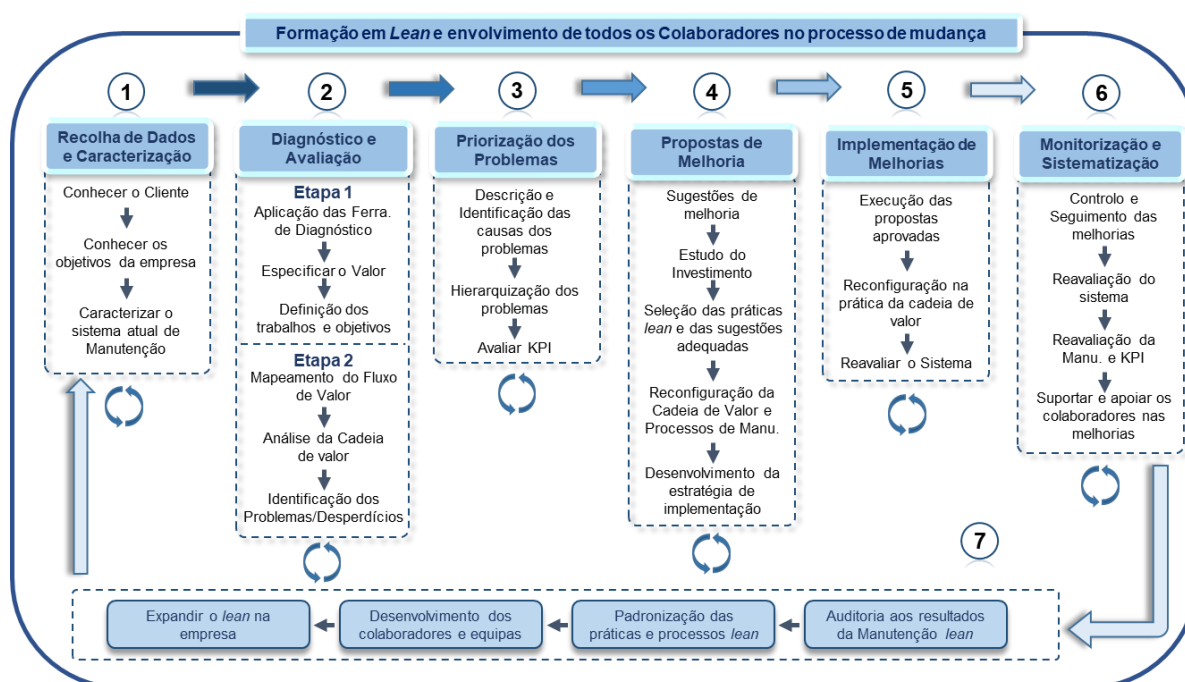


Figura 4.4 - Modelo Proposto para a Melhoria Contínua das atividades de Gestão da Manutenção

4.4.1. Descrição das Fases do Modelo Proposto

Para a compreensão e enquadramento total do modelo aqui apresentado, é necessário realizar uma descrição adequada de cada uma das sete fases que o caracterizam.

➤ Fase 1 – Recolha de Dados e Caracterização

Integra o primeiro princípio do *lean*, que é conhecer o cliente da manutenção. Nesta fase conhece-se o cliente e o que este espera em relação à manutenção. É necessário realizar o ponto de situação da atividade e de quais os objetivos que esta pretende atingir. Este processo de caracterização inicia-se com a recolha de todos os dados relevantes e necessários para o início do diagnóstico. Esta coleta carece de juízo de valor, pelo que nesta fase ainda não são construídas críticas, sejam elas positivas ou negativas. Na Figura 4.5 estão os passos de aplicação da Fase 1.

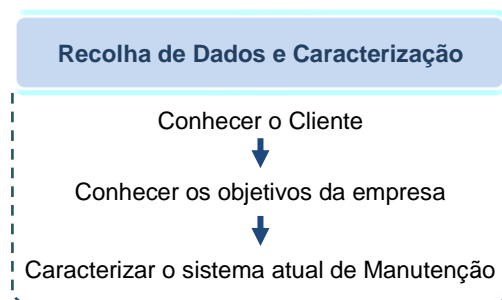


Figura 4.5 - Passos de Aplicação da Fase 1 do Modelo Proposto

➤ Fase 2 – Diagnóstico e Avaliação

Integra o 2º e 3º princípios do *lean* que são, respetivamente, definir o valor e analisar a cadeia de valor. Esta é considerada a fase de diagnóstico do modelo e pode ser dividida em duas etapas: especificação/definição do valor e identificação/análise do fluxo da cadeia de valor. Neste modelo decidiu-se não separar estas duas etapas em duas fases distintas, pois ambas ocorrem praticamente em simultâneo.

A primeira etapa preocupa-se com a especificação do valor. Na Fase 1 foram recolhidas informações em bruto do setor cliente, incluindo problemas que devem ser analisados com cuidado e filtrados, para garantir que se cumpre o primeiro princípio do *lean*. Para tal, aplicam-se ferramentas de suporte para um diagnóstico rigoroso e fundamentado. Com a especificação do valor realizada, são definidos os objetivos e trabalhos a realizar, não esquecendo as restrições inerentes ao departamento de manutenção da empresa. Esta etapa utiliza informação que provém diretamente do cliente. Na Figura 4.6 encontram-se os passos de aplicação da Etapa1.

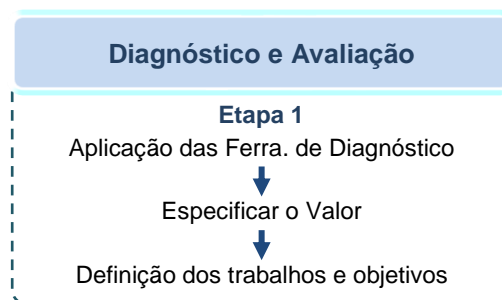


Figura 4.6 - Passos de Aplicação da Etapa 1 da Fase 2 do Modelo Proposto

Na segunda etapa, ocorre a identificação do fluxo de valor, em que são analisados, já no setor de manutenção, os desperdícios e problemas, tendo por base os requisitos do cliente. Inclui o mapeamento das atividades e processos, como por exemplo, das manutenções preventivas e corretivas. Começa-se por mapear o fluxo de valor de um determinado processo, em que são identificadas as atividades de valor acrescentado e de valor não acrescentado. Dentro das atividades de valor não acrescentado, são identificados os desperdícios, novamente com a utilização de ferramentas de diagnóstico. Na Figura 4.7 encontram-se os passos de aplicação da Etapa 2.

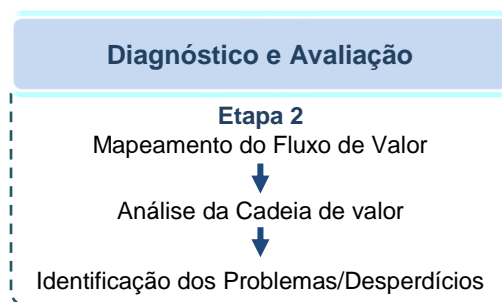


Figura 4.7 - Passos de Aplicação da Etapa 2 da Fase 2 do Modelo Proposto

➤ Fase 3 – Priorização dos Problemas

Da Fase 2 resultou um conjunto de problemas que foram detetados através de uma metodologia escolhida. É necessário priorizar os problemas identificados, de modo a concentrar esforços na eliminação daqueles que realmente têm um peso considerável. Além desta hierarquização de problemas deve-se identificar quais as causas dos mesmos. Caso estas não estejam bem definidas ou identificadas, deve-se iniciar um estudo para a deteção das mesmas. Esta fase integra a melhoria da lógica *pull* e sua aplicação, 4º e 5º princípios do *lean* (Figura 4.8).

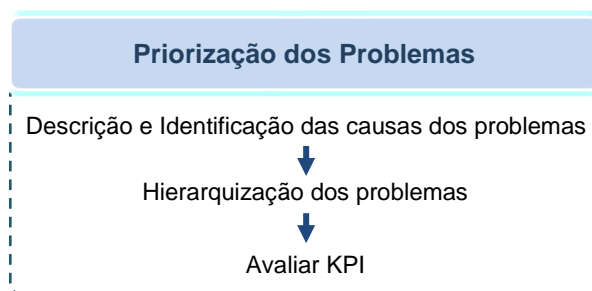


Figura 4.8 - Passos de Aplicação da Fase 3 do Modelo Proposto

➤ Fase 4 – Propostas de Melhoria

Ainda se enquadra no 4º e 5º princípios do *lean*, em que, após conhecidos os principais problemas/desperdícios e quais as causas para a sua ocorrência, já é possível selecionar as práticas e ferramentas que melhor os solucionam. Nesta fase é também desenvolvida a estratégia de implementação das melhorias e quais os benefícios e vantagens que delas poderão surgir. Apesar de fazer parte do princípio de melhoria de fluxos, decidiu-se separar as propostas de melhoria da fase anterior, pois envolve outros procedimentos. Para as melhorias é necessário realizar uma análise de

investimento, de modo a quantificar os ganhos futuros, e é necessário comprovar que estes compensam as despesas anexadas à implementação das melhorias. Esta fase envolve também a reconfiguração da cadeia de valor e dos processos da manutenção, caso aplicável. Na Figura 4.9 estão os passos de aplicação da Fase 4.

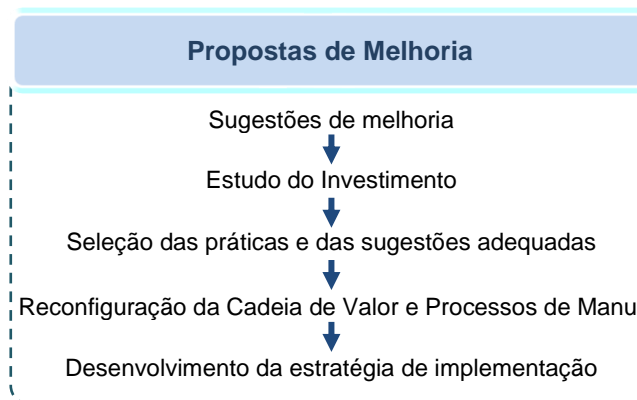


Figura 4.9 - Passos de Aplicação da Fase 4 do Modelo Proposto

➤ Fase 5 – Implementação de Melhorias

Após as soluções propostas serem aprovadas, deverá recorrer-se à sua implementação. Para tal, é necessário reconfigurar na prática o sistema, tendo em consideração a inserção destas melhorias. Este processo só é suportado se existir um envolvimento positivo de todos os colaboradores afetos às mudanças realizadas. Esta fase ainda é suportada pelo 4º e 5º princípio do *lean* (Figura 4.10).

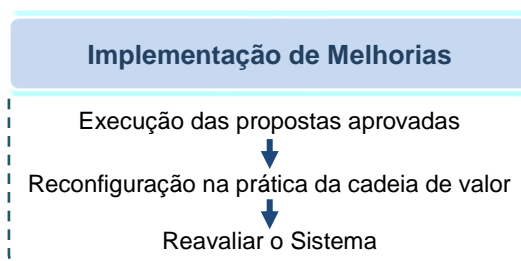


Figura 4.10 - Passos de Aplicação da Fase 5 do Modelo Proposto

➤ Fase 6 – Monitorização e Sistematização

Introduz os dois últimos princípios do *lean*: a procura pela perfeição e inovar sempre. Ocorre a reavaliação do estado da gestão da manutenção e dos indicadores. É importante analisar os resultados após as implementações, de modo a identificar erros cometidos, e a verificar se a solução implementada forneceu os resultados esperados.

O seguimento das melhorias é crucial para garantir que os problemas antigos são reduzidos e/ou eliminados. O acompanhamento dos colaboradores também é fundamental, pois é deles que vai depender o sucesso das implementações.

Na Figura 4.11 visualiza-se os passos de aplicação da Fase 6.

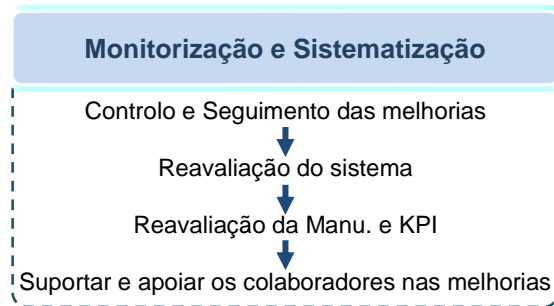


Figura 4.11 - Passos de Aplicação da Fase 6 do Modelo Proposto

➤ Fase 7 – Fase Final

Caso o resultado seja positivo, deve-se padronizar as práticas e processos implementados. É necessário investir na formação contínua dos colaboradores e equipas, de modo a que estes também sejam capazes de identificar novos problemas e de os solucionar. Pretende-se uma integração conjunta tendo em vista o aumento da eficiência e eficácia da organização através da melhoria contínua.

Após a implementação bem-sucedida, e com uma maturidade *lean* já significativa neste setor, poder-se-á expandir esta filosofia à restante organização, criando assim um ciclo de melhoria contínuo, inclusive no próprio setor. O modelo termina assim, com os dois últimos princípios do *lean* assimilados. Na Figura 4.12 encontram-se os últimos passos do modelo.

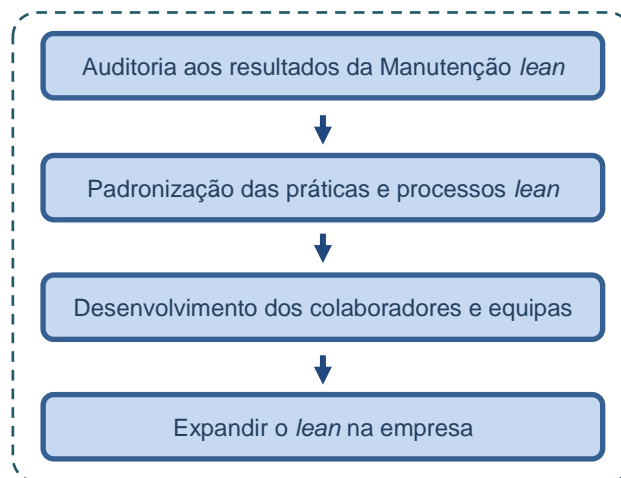


Figura 4.12 - Passos de Aplicação da Fase Final do Modelo Proposto

4.4.2. Ferramentas, Métodos e Técnicas

Para ir de encontro ao objetivo principal do modelo são aplicadas ferramentas, métodos e/ou técnicas ao longo do mesmo, de modo a fornecerem um guia de execução e a sustentarem o processo de tomada de decisão em cada fase. Neste ponto são sugeridas diversas ferramentas que apoiam cada fase. Foram escolhidas com base nos estudos dos autores mencionados, pelo que, com o aumento do leque de autores verificados, poderão ser incorporadas outras, desde que o seu fundamento de utilização seja válido para cada uma das fases.

Estas ferramentas apresentadas são de apoio ao desenvolvimento do modelo e não à tomada de decisões intrínsecas da empresa relativamente aos problemas em si detetados. Por exemplo, a gestão visual servirá como uma ferramenta de acompanhamento do modelo, mas também poderá ser aplicada para o seguimento de trabalhos da manutenção em termos de cumprimento de prazos, que já depende de cada empresa e setor).

É de notar também que as ferramentas de suporte ao modelo aqui propostas, se podem repetir nas diferentes fases, porém, a sua aplicabilidade e objetivo diferem consoante a fase na qual estão inseridas. Na Tabela 4.2 encontra-se um resumo e seleção de algumas ferramentas, métodos e técnicas.

Tabela 4.2 - Exemplos de Ferramentas, Métodos e Técnicas que podem ser aplicados em cada Fase do Modelo

Fases	Exemplos de Ferramentas, Técnicas e Métodos
Fase 1	Análise documental, recolha de dados, reuniões de <i>brainstorming</i> , observação direta, ...
Fase 2	Reuniões de <i>brainstorming</i> , inquéritos, entrevistas, testes, ciclo PDCA, matriz de idealidade, AMFE (Análise do Modo de Falha e Efeitos), KPI, matriz de contradições, VSM da manutenção, fluxograma, observação direta, auditorias, <i>project charter</i> ...
Fase 3	Matriz de GUT, reuniões de <i>brainstorming</i> , diagrama de Pareto, KPI, diagrama de Ishikawa, matriz de idealidade, fluxograma, 5 porquês, BPMN, diagrama de afinidades, diagrama em árvore...
Fase 4	Reuniões de <i>brainstorming</i> , BPMN, VSM, fluxograma, relatório A3, <i>project charter</i> , diagrama em árvore, análise de investimento, ...
Fase 5	Reuniões de <i>brainstorming</i> , VSM, BPMN, fluxograma, gestão visual, <i>kaizen</i> , auditorias, KPI, ciclo PDCA, ...
Fase 6	Gestão visual, <i>kaizen</i> , <i>kanban</i> , VSM, BPMN, KPI, fluxograma, relatório A3, diagrama de Gantt, gráfico radar, histograma, ...
Fase 7	Auditorias, reuniões de <i>brainstorming</i> , padronização de processos, melhoria contínua, <i>kaizen</i> , gestão visual, uniformização, ...

No capítulo seguinte, já com a eleição devida das ferramentas, será elucidado o seu objetivo intrínseco de aplicação e de como foram inseridas no estudo de caso desenvolvido.

4.4.3. *Respect for People*

Como já foi mencionado, o sucesso deste modelo depende da total participação dos colaboradores no processo de mudança. Para permitir este envolvimento positivo dos colaboradores, é necessário motivá-los e mostrar que o trabalho por eles executados é crucial para o desenvolvimento contínuo de melhorias. O *lean* não significa apenas a introdução de novas práticas conducentes à melhoria de processos, mas é também sinónimo de respeito pelas pessoas envolvidas, denominado de *respect for people*.

➤ Colaboração das Pessoas numa Gestão da Manutenção *Lean*

A gestão da manutenção, por si só, tem aumentado significativamente nas empresas, em que estas procuram uma maior qualificação que lhes possa trazer um diferencial competitivo, abandonando a

ideia de um custo forçoso, com a inserção de ferramentas para a melhoria da segurança e produtividade. Quando combinada com a filosofia *lean*, surgem novos métodos de trabalho, novas ferramentas e uma necessidade quase urgente de que as melhorias *lean* sejam implementadas, tornando o ambiente de trabalho mais exigente e cansativo (Ferreira e Goes, 2015).

Para De Treville e Antonakis (2006), os objetivos de respeito aos colaboradores devem ser considerados de forma a reduzir a alienação através do respeito, reconhecimento e apreciação, por forma a tornar o trabalho mais interessante, reduzindo assim também a variabilidade nos processos.

➤ **Importância do Envolvimento de todos no Processo *Lean***

O preceito *lean* de respeito pelos princípios engloba todos os *stakeholders* chave: colaboradores, fornecedores, clientes, investidores e coletividade (Liker, 2004). Este preceito é uma expressão multilateral da necessidade de relações equilibradas e mutuamente respeitadas, de cooperação e coprosperidade com todos os *stakeholders*. É por isto que este preceito é tudo menos trivial de entender (Emiliani, 2008).

A melhoria contínua reconhece a criatividade e a capacidade de resolução de problemas de todos os participantes. Em *lean*, os gestores devem esforçar-se de modo a utilizar o conhecimento, experiência e criatividade de todos. Isto mostra o respeito pela dignidade e valor individual dos colaboradores. A criação de um ambiente de trabalho de respeito mútuo, confiança e cooperação é fundamental para a realização de melhorias e para manter a moral e satisfação de todos.

➤ **Segurança**

Melhorar a segurança no local de trabalho é um tópico corrente para a melhoria contínua. As estatísticas mostram que uma alta incidência de acidentes ocorre quando um indivíduo realiza algo fora do comum, quando a área é desorganizada ou quando as tarefas são difíceis de se executar.

Reduzir os riscos no local de trabalho mostra respeito das pessoas, e, pelas pessoas. Todo o esforço deve ser feito para tornar o local de trabalho o mais seguro possível e a segurança nunca deve ser sacrificada em nome da produtividade. Se os padrões apropriados estiverem em vigor e forem seguidos, então a probabilidade de um ambiente de trabalho seguro é bastante aprimorada (Gonçalves, 2017).

4.4.4. Desafios de Implementação

Para uma implementação eficaz do pensamento *lean* na gestão da manutenção, é necessário que este seja aplicado da mesma forma na produção. Se tal não ocorrer, o modelo proposto não vingará, pois a cultura *lean* tem que ser inserida em todas as macro atividades da empresa.

Como já foi referido, o envolvimento dos colaboradores deve ser realizado desde o início, caso contrário, não ocorre a aprendizagem nem a metodização dos processos de melhoria. É crucial que sejam tidos em conta os fatores de motivação e satisfação. É objetivo *lean* que exista uma maior

colaboração e melhor comunicação entre os diferentes níveis hierárquicos e setores. À gestão deve a atitude de direção das atividades e pessoas, para um apoio e suporte às mesmas de forma a dar continuidade à filosofia *lean*.

Todos os desafios identificados, após a realização do estudo caso, são discutidos e analisados nos capítulos 6 e 7. Só com a aplicação do modelo em contexto real foi possível obter uma visão mais abrangente e identificar desafios do mesmo.

5. Estudo de Caso

Para a validação do modelo proposto foi realizado um estudo de caso numa empresa de reparação naval. Apresenta-se uma breve introdução à reparação naval e dos desafios que hoje enfrenta. É realizado um diagnóstico com o objetivo de identificar os principais problemas e desperdícios do setor de manutenção em estudo.

5.1. Atividade de Reparação Naval

O comércio marítimo é a espinha dorsal da economia mundial. Cerca de 90% do comércio global é transportado por navios (Varela et al, 2017). É fundamental a reparação e manutenção dos navios e embarcações de modo a prevenir danos que possam causar prejuízos. A nível nacional, a reparação naval está a ser altamente afetada pela crescente competitividade mundial e, nomeadamente, pela existência de países com menor custo de mão-de-obra (Min, 2008).

Existem os mais variados tipos de navios e, quando estes são reparados, é natural que cada um apresente necessidades e projetos diferentes. A indústria naval é, por esta razão, caracterizada por um elevado nível de variabilidade naquilo que caracteriza o seu processo produtivo.

Os trabalhos são, de uma forma geral, personalizados e têm diferentes especificações. A atividade de reparação e manutenção dos navios fica a cargo dos setores produtivos, enquanto que a manutenção do estaleiro e equipamentos fica sob a responsabilidade do setor de manutenção.

Ao contrário da indústria convencional de produção em linha, a indústria naval enquadra-se num tipo de produção *made-to-order*. É uma indústria que desenvolve produtos de engenharia personalizada, em pequenos lotes e/ou que tem uma ampla variedade de opções e combinações de especificações, em que não é possível ser constituído *stock* para todos eles. Neste tipo de sistemas, que se caracterizam por possuir uma grande flexibilidade para fornecer um elevado *mix* de produtos, os problemas surgem no controlo da produção e dos fluxos, em que nem todas as estratégias de controlo são aplicáveis a este tipo de ambiente (Chong et al., 2015).

A reparação naval caracteriza-se ainda por ter um ambiente de trabalho exigente, com equipamentos e manobras complexas, tanto a bordo dos navios, como no estaleiro e setores produtivos. O setor de manutenção no qual foi desenvolvido o estudo de caso, tem como responsabilidade realizar as atividades e ações técnicas conducentes à melhoria da fiabilidade, manutibilidade e disponibilidade de todos os equipamentos tendo em consideração o objetivo do menor custo possível.

Estas intervenções são usualmente realizadas em equipamentos de grandes dimensões e em zonas de acesso difícil, o que acarreta uma preocupação constante em relação à segurança. Este tipo de ambiente torna-se deste modo muito específico e exigente.

5.2. Setor de Manutenção e Investimentos

A Manutenção e Investimentos estão juntos num único departamento, com a finalidade da coordenação e execução do plano de investimentos da empresa e das atividades de manutenção e dos bens patrimoniais. É responsável ainda por desenvolver e coordenar as atividades logísticas e de manutenção, tendo em vista a melhor utilização dos recursos.

A crescente oferta de serviços de manutenção tem levado muitas empresas a optar cada vez mais por subcontratar a execução da mesma. O departamento de manutenção é caracterizado por este fator, em que conta com dois parceiros principais subcontratados. No entanto, existem também colaboradores da própria empresa e de uma empresa criada internamente. Cerca de 80% dos recursos humanos da manutenção são subcontratados, distribuídos por onze empresas.

➤ Engenharia de Manutenção

Atualmente, através da recente criação da Engenharia de Manutenção, o setor promove a realização de estudos e de soluções de melhoria. Desenvolve propostas e lidera a implementação de novos ou específicos métodos de trabalho e processos produtivos ou organizacionais, em parceria com os restantes setores, tendo permanentemente em vista o aumento dos níveis de segurança, proteção ambiental e produtividade da empresa, bem como a redução dos custos operacionais. Para tal ser alcançado, procura manter um processo de melhoria contínua através de ferramentas e metodologias da filosofia *lean*.

O facto de o serviço de manutenção ser subcontratado reforça a importância da engenharia e de uma estrutura consolidada para a gestão da manutenção, não apenas como elementos que definem e supervisionam a execução, mas também como fontes geradoras de conhecimento e de valor para as organizações (Pinto, 2013). No entanto, a Engenharia da Manutenção encontra-se numa fase embrionária, com poucos apoios e sem a resolução ativa de problemas, pelo que necessita da existência de um sistema de gestão de informação adequado.

➤ Estrutura do Serviço de Manutenção

A estrutura organizacional foi criada para dar apoio às macro-atividades da empresa, assim como de todas as outras atividades realizadas. O departamento segue um conjunto de diretrizes da gestão de topo, listados de seguida:

- Criar condições permanentes, boas práticas e instruções de manutenção (*standards*) adequados aos elevados níveis de segurança, segundo a política de zero acidentes;
- Melhoria contínua do controlo de custos correntes e dos planos de manutenção extraordinária;
- Melhoria contínua da organização geral, rotinas, procedimentos de Manutenção e Gestão de Investimentos;
- Implementar e manter planos de inspeção periódica, melhorar a manutenção preventiva e prevenir ações curativas em todo o equipamento do estaleiro;

- Implementar e manter um processo de rigorosa avaliação dos serviços associados aos principais contratos de manutenção, e alinhá-los com a visão e missão da Organização na perspectiva de acrescentar valor;
- Rever e manter atualizada toda a lista de equipamentos e infraestruturas, definindo com clareza o conceito de hibernação tendo em consideração a Gestão de Ativos dos contratos de concessão e subconcessão do estaleiro;
- Implementar e manter de uma forma rigorosa por intermédio de práticas de gestão e qualidade, os investimentos extraordinários de acordo com o plano estabelecido;
- Desenvolver e manter um processo de comunicação mais transparente na função Manutenção/Investimentos entre as partes interessadas, sendo as Infraestruturas uma parte relevante;
- Promover o rejuvenescimento da Manutenção/Investimentos e estruturar a transição entre as diversas funções e elementos.

Em 2018, o departamento de manutenção elaborou um conjunto de sugestões de melhorias e objetivos, com base nos seguintes parâmetros: pessoas, equipamentos, materiais, métodos, KPIs e informação/comunicação. Estes fatores foram depois relacionados com outros parâmetros da gestão da manutenção, obtendo-se uma tabela de sugestões de melhoria. A elaboração da tabela foi fruto de uma reunião de *brainstorming* com colaboradores, tanto da empresa, como das empresas subcontratadas. A Figura 5.1 mostra a tabela que se obteve e, no Anexo A, encontra-se a mesma em formato digital para melhor visualização.

Figura 5.1 - Sugestões de Melhoria e Objetivos para o Departamento de Manutenção

➤ Caracterização do Sistema Atual de Manutenção

A política de manutenção escolhida tem como base a experiência de operação e manutenção adquirida ao longo dos vários anos de funcionamento do estaleiro. Tendo em consideração o vasto mundo que é um departamento de manutenção, destaca-se a seguinte característica: os tipos de intervenções realizados. O sistema de manutenção da empresa opera em três regimes diferentes: manutenção

preventiva, manutenção curativa e manutenção extraordinária. A caracterização é um dos pontos fundamentais, não só para a compreensão do modo de trabalho no departamento, mas principalmente para a futura criação de decisões estratégicas, em termos de melhorias, que sejam facilmente aplicáveis e inseridas tendo em consideração o atual sistema e natureza do departamento.

➤ Implementação de Melhorias Contínuas no Setor de Manutenção

Devido ao aumento de competitividade na reparação naval e para concorrer contra outras empresas, nomeadamente as asiáticas, que têm preços mais apelativos graças ao seu baixo valor da mão-de-obra, a empresa começou a sua jornada de implementação da filosofia *lean*. Por esse motivo, iniciou-se então o desenvolvimento de um estudo de caso, com a aplicação do modelo proposto.

O trabalho apresentado nesta dissertação teve como foco principal a aplicação do *lean* na gestão da manutenção, com o objetivo de agilizar e reestruturar a atividade da manutenção em função dos objetivos e necessidades da empresa. Foi criado, no setor de manutenção, uma visão de excelência (Figura 5.2) dos principais objetivos a cumprir, de forma a irem ao encontro do *lean* e de proporcionarem a execução das diretrizes da gestão de topo, anteriormente listadas.



Figura 5.2 - Visão de Excelência do Setor de Manutenção

Este estudo de caso isolou como único cliente um setor de produção, o dos Tubos. Restringiu-se o estudo a este setor, pois, por o projeto ter um tempo limitado de execução, seria inexequível avaliar as necessidades de todos os setores que, naturalmente, por serem diferentes, iriam apresentar uma grande variabilidade em relação às expectativas dos mesmos perante o setor de manutenção. Com a aplicação prática do modelo proposto ocorreram, como é natural, alguns erros, pelo que determinadas fases do modelo foram refeitas e/ou reanalisadas. Porém, é deste modo que se consegue adquirir o *know-how* necessário para evitar que estes erros se repitam em projetos futuros semelhantes, fornecendo uma maturidade ao modelo proposto.

5.3. Diagnóstico e Identificação dos Problemas

Para a realização de um diagnóstico, avaliação e identificação de problemas foi, em primeiro lugar, realizada uma observação direta e do tipo qualitativa durante sensivelmente dois meses no setor dos Tubos. Teve como objetivo compreender de forma direta os problemas do setor cliente. A esta observação de carácter exploratório, juntaram-se sessões de *brainstorming*, para a recolha de informação, que é essencial para o estudo das causas dos problemas. Estes problemas foram posteriormente verificados e validados com o departamento de manutenção. Foi ainda realizada uma análise documental, essencial para a redução da informação bruta disponível e recolhida. Procedeu-se à seleção, focalização e transformação da informação retirada, através de resumos e anotações, para a extração daquela que realmente auxilia no estudo de caso. Este ponto corresponde ao desenvolvimento das fases 1 (Recolha de Dados e Caracterização) e 2 (Diagnóstico e Avaliação) do modelo proposto.

5.3.1. Análise dos Requisitos do Setor Cliente

De modo a se conhecer o cliente da manutenção, realizaram-se inquéritos ao setor dos Tubos (setor de produção do tipo *made-to-order*), para compreender as necessidades e as suas expectativas em relação ao serviço prestado pela manutenção. Estes inquéritos foram realizados a todos os colaboradores do setor cliente, independentemente do seu nível hierárquico. Foi-lhes pedido a identificação de três problemas relacionados com a manutenção (problemas técnicos, de organização, de planeamento, de comunicação, de material, etc...) e a sua respetiva descrição, com o objetivo de no final se obterem resultados, tendo em consideração a perceção dos inquiridos. Durante o processo de recolha de problemas, existiram respostas que não faziam sentido para o estudo, pelo que foi necessário realizar-se uma triagem, ou seja, eliminar o que não pôde ser considerado problema do ponto de vista da gestão da manutenção. Segue na Figura 5.3 o modelo do inquérito realizado.

PROBLEMAS RELACIONADOS COM A MANUTENÇÃO	
PROBLEMA:	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA:
1 - _____	1 - _____ _____
2 - _____	2 - _____ _____
3 - _____	3 - _____ _____
SUGESTÕES:	

Figura 5.3 - Inquérito realizado aos colaboradores do Setor Cliente

Dos inquéritos resultaram 145 respostas de 55 inquiridos. Destas 145 respostas, e após a triagem realizada, apenas 136 foram consideradas problemas relacionados com a gestão da manutenção. Estas 136 respostas foram agrupadas em 21 classes de problemas, definidas através da aplicação do método KJ. Na Figura 5.4 está um exemplo de agrupamento de ideias (problemas) e da atribuição de títulos de nível 1 (classe de problemas).

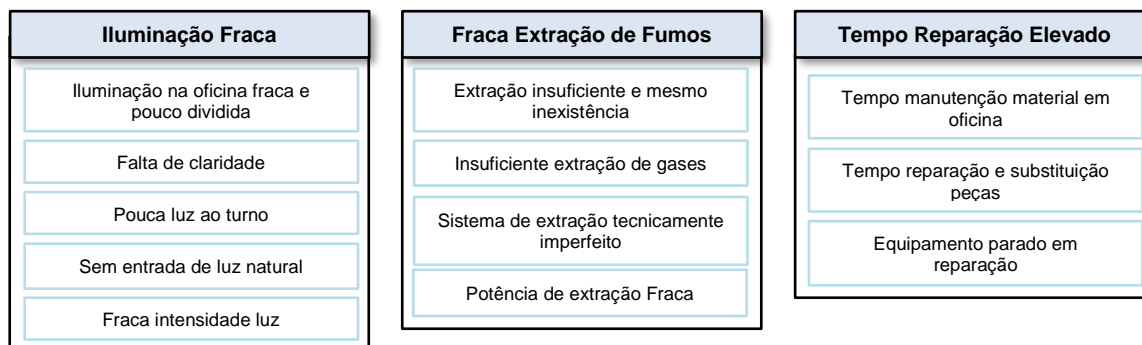


Figura 5.4 - Agrupamento de Ideias e Atribuição de três Títulos de Nível 1 através do Método KJ

Após as 21 classes de problemas definidas, foi aplicado um diagrama de Pareto, com o objetivo de priorizar os problemas mais frequentemente observados pelos colaboradores. Calcularam-se as frequências relativas (fr), relativas acumuladas (Fr), absolutas (fa) e absolutas acumuladas (Fa), para a realização de uma análise ABC às respectivas classes de problemas. Para cada problema existe uma solução que fica a cargo de um determinado responsável, ou seja, um determinado setor (P – Produção; I – Infraestruturas; M – Manutenção; S – Segurança). Na Tabela 5.1 encontra-se os resultados dos inquéritos do diagrama de Pareto e da análise ABC.

Tabela 5.1 – Resultados Inquéritos ao Setor Cliente: Problemas relacionados com a Manutenção

#	Classe de Problemas	Item	fa	Fa	fr	Fr	ABC	Resp.
1	Material e Ferra. Obsoleto	4,8%	17	17	12,5%	12,5%	A	P
2	Iluminação Fraca	4,8%	16	33	11,8%	24,3%	A	I
3	Fraca extração de fumos	4,8%	14	47	10,3%	34,6%	A	I
4	Equip. Obsoleto	4,8%	14	61	10,3%	44,9%	A	I
5	Tempo de reparação elevado	4,8%	11	72	8,1%	52,9%	A	M
6	Elevado tempo de transporte	4,8%	11	83	8,1%	61,0%	A	P
7	Falta de stock/material	4,8%	9	92	6,6%	67,6%	A	P/M
8	SST (Saúde e Segurança Trab.)	4,8%	6	98	4,4%	72,1%	A	S
9	Falta de Limpeza	4,8%	6	104	4,4%	76,5%	A	P
10	Equip. Infor. Obsoleto	4,8%	5	109	3,7%	80,1%	B	I
11	Falta acesso EPI	4,8%	5	114	3,7%	83,8%	B	P
12	Falta MO qualificada	4,8%	5	119	3,7%	87,5%	B	P
13	Má comunicação	4,8%	4	123	2,9%	90,4%	B	M
14	Excesso Ruído	4,8%	2	125	1,5%	91,9%	B	I
15	Falta Manu.	4,8%	2	127	1,5%	93,4%	B	M
16	Má armazenagem Material	4,8%	2	129	1,5%	94,9%	B	P
17	Máq. e Ferra. Const. Avariadas	4,8%	2	131	1,5%	96,3%	C	M
18	Mau planeamento Manu.	4,8%	2	133	1,5%	97,8%	C	M
19	Falta manu. Nível 1	4,8%	1	134	0,7%	98,5%	C	P/M
20	Incumprimento de Prazos (Manu)	4,8%	1	135	0,7%	99,3%	C	M
21	Máq. e Ferra. Insuficientes	4,8%	1	136	0,7%	100,0%	C	P
Total			136					

Com a análise ABC, verificaram-se as seguintes relações e discrepâncias, com os resultados teóricos *versus* os resultados reais na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Resultados da Análise ABC aos Inquéritos do Setor Cliente

Análise ABC	Teoria (causas → problemas)	Resultados (causas → problemas)
Classe A	20% → 80%	42,9% → 76,5%
Classe B	30% → 15%	33,3% → 14,7%
Classe C	50% → 5%	23,4% → 3,7%

Em primeira instância, verifica-se que a classe A, de grande relevância, é a que tem a maior percentagem de classes de problemas (42,9%), enquanto que a classe C, a de pequena relevância, tem a menor percentagem de classes de problemas, com apenas 23,4% (contra os 50% esperados). Há mais classes de problemas de grande relevância (críticas), do que classes de problemas de pequena relevância (não críticas).

Analisando a classe A, que por ser a mais crítica é a mais relevante para o estudo, verifica-se que a condição 20/80 não ocorre. Na realidade, 42,9% das causas (o dobro) originam, aproximadamente, 76,5% dos problemas. Isto revela que existe um elevado número de causas críticas a serem tratadas (total de 9, quando na teoria deveriam ser apenas 4) pelo que é um cenário a ser analisado, pois exige um grande esforço por parte da empresa em mitigar 9 causas em vez de 4.

Na Figura 5.5 encontra-se o diagrama de Pareto com a visualização clara da classificação da classe de problemas de acordo com a análise ABC.

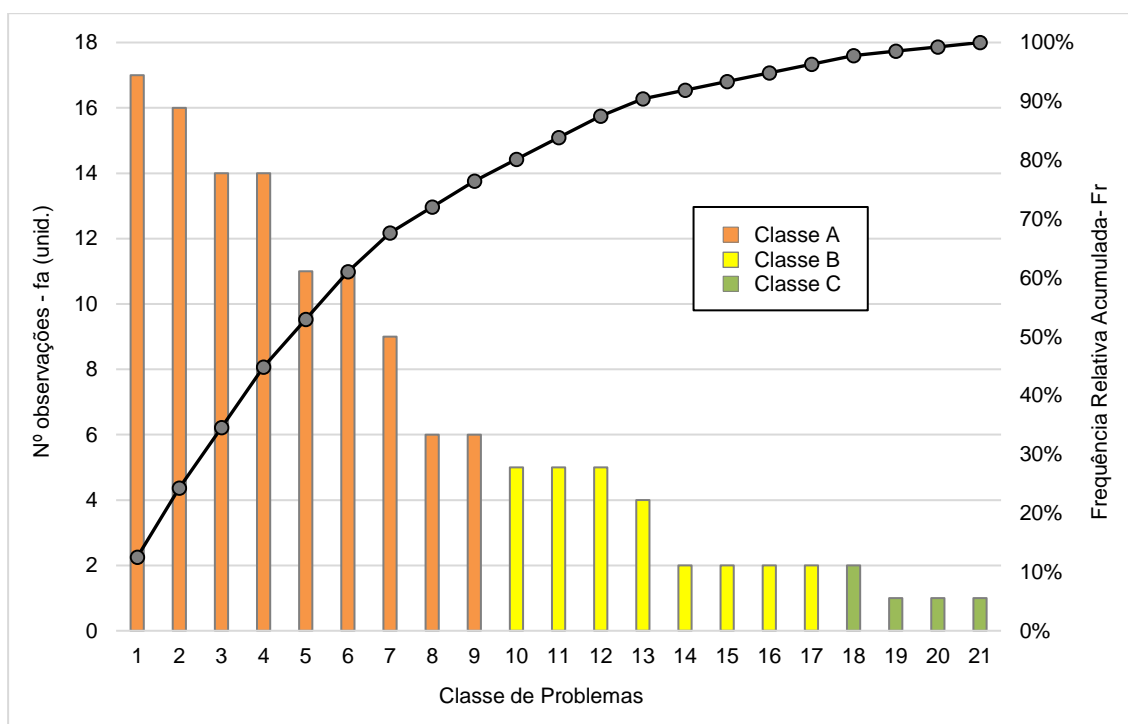


Figura 5.5 - Diagrama de Pareto dos Inquéritos ao Setor Cliente

➤ Identificação das Causas-Raiz dos Problemas

Em primeiro lugar, foi necessário fazer a diferenciação entre causa e efeito, pois existiram respostas em que os colaboradores identificaram como efeito um problema. Este efeito tem como origem diversas causas que foram bem definidas e foi sobre elas que se aplicaram medidas corretivas, não sobre os efeitos. Para essa identificação de causas foram aplicadas duas ferramentas: os 5 Porquês e o Diagrama de Ishikawa.

Apesar de nem todos os problemas serem solucionados através do departamento de Manutenção, verificou-se que a sua existência deriva de problemas relacionados com o mesmo. Independentemente de quem é o responsável por solucionar o problema, foi realizada uma análise aos problemas da classe A por forma a se descobrir as causas-raiz de cada classe de problemas.

Na Tabela 5.3 encontra-se a atribuição de causa ou efeito e a respetiva ferramenta de análise de causas utilizada aos problemas da Classe A.

Tabela 5.3 - Classificação dos Problemas da Classe A

#	Classe de Problemas	Resp.	Causa ou Efeito?	Ferramenta
1	Material e Ferra. Obsoleto	P	Causa	-
2	Iluminação Fraca	I	Efeito	Diag. Ishikawa
3	Fraca extração de fumos	I	Efeito	5 Porquês
4	Equip. Obsoleto	I	Causa	-
5	Tempo de reparação elevado	M	Efeito	Diag. Ishikawa
6	Elevado tempo de transporte	P	Efeito	5 Porquês
7	Falta de stock/material	P/M	Efeito	Diag. Ishikawa
8	SST (Saúde e Segurança Trab.)	S	Efeito	Diag. Ishikawa
9	Falta de Limpeza	P	Efeito	5 Porquês

São apresentados de seguida dois exemplos de aplicação das ferramentas de análise de causas. Na Figura 5.6 é aplicado um diagrama de Ishikawa à classe de problema “Tempo de reparação elevado”.

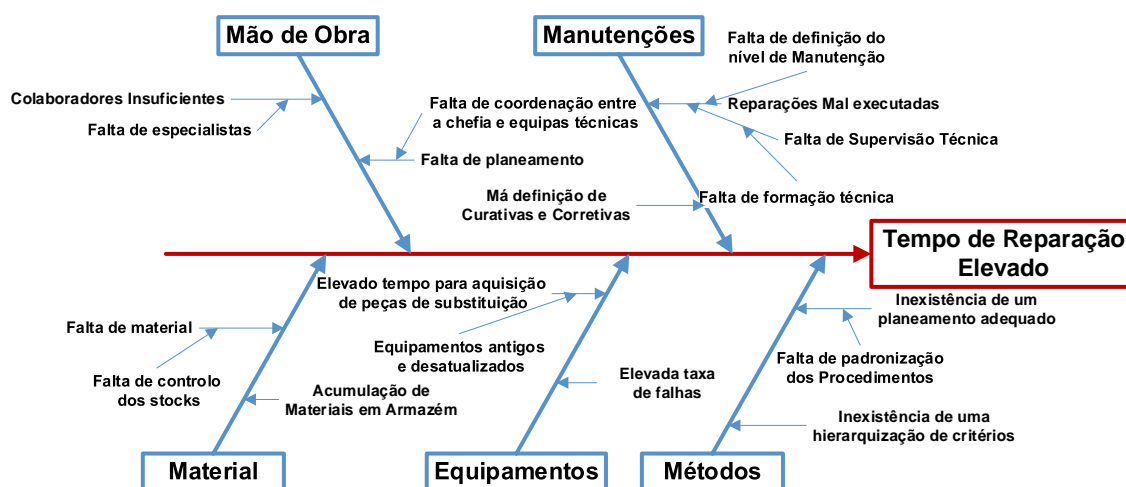


Figura 5.6 - Diagrama de Ishikawa para o Problema "Tempo Reparação Elevado"

Na Tabela 5.4 aplicou-se a ferramenta dos 5 Porquês na classe de problema “Fracas extração de fumos”.

Tabela 5.4 - Aplicação dos 5 Porquês na Classe de Problema "Fracas Extração de Fumos"

Problema Identificado	Fracas extração de Fumos	
Porquê?	Pouca potência de extração	
Porquê?	Desgaste do extrator e do equipamento no geral	
Porquê?	Degradação ao longo dos anos	
Porquê?	Equipamento antigo e sem intervenções periódicas eficazes	Causa-Raiz

Das 9 classes de problemas críticas, 2 delas são da responsabilidade total da manutenção, que são:

- Tempo de Reparação Elevado;
- Falta de *Stock*/Material.

Estes eram os dois problemas que, durante o tempo do estudo realizado, influenciavam a qualidade do serviço de manutenção para o setor dos Tubos. Foi sobre estes dois problemas que o trabalho foi executado, pelo que de seguida apresenta-se a sua análise mais aprofundada.

Anteriormente, na Figura 5.7, foi representado o diagrama de Ishikawa com as causas que afetam o tempo de reparação elevado. Este problema foi observado tanto na realização das manutenções preventivas como nas curativas. Os exemplos mais observados foram o tempo de reparação das pontes rolantes e do semi-pórtico da oficina dos Tubos. Como causas mais significativas deste diagrama foram assinaladas, através de uma sessão de *brainstorming* com a manutenção, a falta de planeamento, a má definição de curativas, as reparações mal executadas, a falta de supervisão técnica, a falta de definição do nível de manutenção, a falta de padronização, a falta de procedimentos e a falta de *stock*/material.

Na Figura 5.7, é representado o diagrama de Ishikawa com as causas que afetam o problema de falta de *stock*/material.

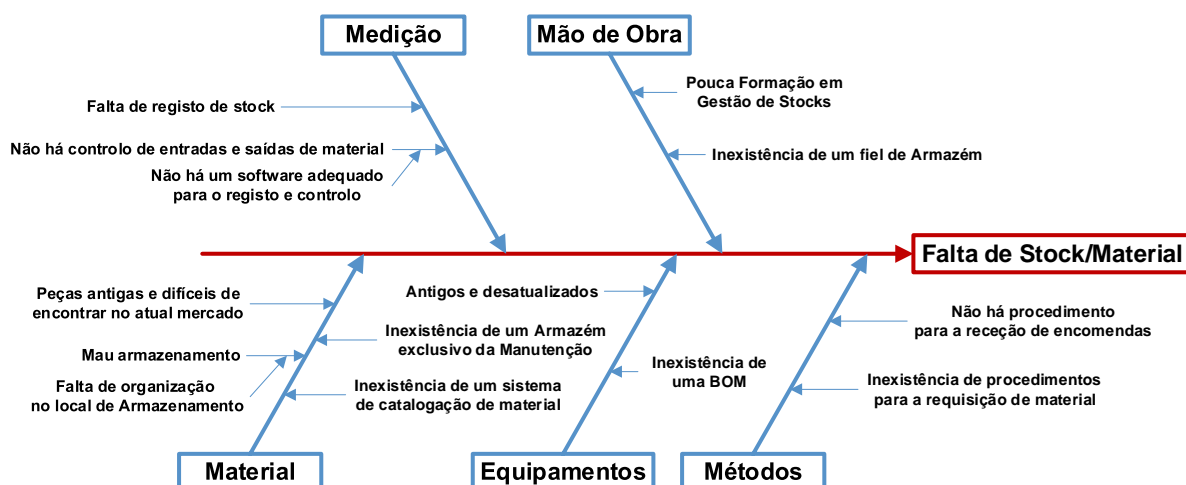


Figura 5.7 - Diagrama de Ishikawa para o Problema "Falta de *Stock*/Material"

A falta de *stock*/material foi tanto sentida na produção como na manutenção. Em primeiro lugar, não existe um armazém exclusivo para a manutenção. Por sua vez, não existem procedimentos, seja para o controlo de *stocks*, requisição de material ou para entradas e saídas de material definidos. A agravar esta situação, não há registo de *stock* e existe uma significativa falta de organização e de armazenamento inadequado do material.

Pode-se afirmar que o que representa valor para o cliente, ou seja, os requisitos críticos a cumprir são:

- Redução do tempo médio das reparações;
- Garantia da existência de material para os trabalhos a serem executados.

Estes dois requisitos acabam por se interligar, pois foi verificado que, para se reduzir o tempo médio de reparações, é necessário melhorar a gestão de *stocks* atual. No entanto, há outros parâmetros a melhorar dentro do primeiro requisito, pelo que de seguida serão definidos mais claramente os trabalhos e objetivos a cumprir com este estudo de caso.

Foi elaborado um *Project Charter* para apresentação do escopo do estudo de caso com a definição dos objetivos do projeto. O *Project Charter*, em formato A3, encontra-se no Anexo B.

Este *Project Charter* é apresentado como um planeamento de trabalhos a realizar, pelo que, ao longo do estudo de caso, pode-se verificar alterações ao mesmo, no sentido de não se realizarem alguns dos objetivos. Esta não conclusão do projeto poderá ser devida à dificuldade de implementação de melhorias por a empresa e departamento terem, no início do estudo, um nível de *lean* inexistente.

5.3.2. Análise e Avaliação do Setor de Manutenção

Tendo em consideração os dois requisitos do projeto, realizou-se um levantamento de problemas dentro do setor de manutenção. Fez-se uma primeira abordagem aos problemas tendo em consideração a recolha de informação, a análise documental qualitativa e quantitativa, a observação direta e a execução de reuniões *brainstorming*. De seguida, realizou-se a coleta de problemas tendo em consideração a opinião dos colaboradores da manutenção, com a realização de inquéritos.

➤ Análise Inicial ao Setor de Manutenção

De acordo com o primeiro requisito, a redução do tempo médio de reparação, foram analisados os processos das manutenções preventivas, curativas e extraordinárias. Nenhum destes procedimentos tem o seu fluxo mapeado, seja através de um simples fluxograma, VSM, ou outro tipo de ferramenta. Aqui surge já um alerta para a inexistência de procedimentos e de mapas de valor dos mesmos, pelo que este é um dos problemas que será depois referenciado.

• Manutenções Preventivas

Em reunião, foi averiguado que melhorando as manutenções preventivas, é possível diminuir o índice de curativas. Por este motivo, atuando sobre as preventivas, consegue-se melhorar dois aspetos. O

objetivo de “melhorar os planeamentos existentes das manutenções através da sua padronização” definido no *Project Charter* focar-se-á neste estudo de caso nas manutenções preventivas.

Considerado o fator descrito, aplicou-se a ferramenta BPMN para o mapeamento do processo das manutenções preventivas. Este mapeamento serviu para a visualização dos *inputs* e *outputs*, para a definição das atividades e/ou serviços de valor acrescentado (VA) e de valor não acrescentado (VNA), intrínsecos às manutenções preventivas. Esse BPMN encontra-se no Anexo C e é por si só já uma melhoria implementada, pois não existia antes de se iniciar este estudo. Foi realizado, tendo em conta a análise documental (nomeadamente o procedimento existente no departamento que se encontra no Anexo D), a observação direta qualitativa e a respetiva análise.

Através do BPMN, foi identificada, a falta de controlo ao longo de todo o processo. Ocorre também falta de supervisão de modo a garantir que as atividades técnicas garantem a qualidade de execução do serviço de manutenção (esta causa já fora detetada, através do diagrama de Ishikawa do problema “Tempo de Reparação Elevado”).

• Indicadores do Setor de Manutenção

O setor de manutenção conta os seguintes indicadores:

- Número de manutenções curativas realizadas (MCU);
- Número de manutenções preventivas realizadas (MPR);
- Índice de cumprimento de preventivas (IMPR):

$$IMPR = \frac{\text{Total de Preventivas realizadas}}{\text{Total de Preventivas planeadas}} [\%] \quad (5.1)$$

- Custo da manutenção/vendas (RCMV):

$$RCMV = \frac{\text{Custo Total da Manutenção}}{\text{Total de vendas}} [\%] \quad (5.2)$$

- Custo da manutenção/custo de funcionamento (RCMF):

$$RCMF = \frac{\text{Custo Total da Manutenção}}{\text{Custos Totais da Empresa}} [\%] \quad (5.3)$$

- Desvio na execução orçamental da manutenção (EO):

$$EO = \frac{\text{Custo Total da Manu. Real} - \text{Custo Total da Manu. Previsto}}{\text{Custo Total da Manu. Previsto}} [\%] \quad (5.4)$$

No Anexo E encontra-se a representação gráfica da evolução dos indicadores no ano de 2018, realizada pelos gestores do setor. Verifica-se a inexistência de indicadores capazes de medir de forma concreta o atual estado do sistema. Este é um problema que os gestores solicitaram a ser melhorado neste estudo de caso.

- **Gestão de Stocks**

Foi realizada uma Auditoria 5S + 1 à ferramentaria da manutenção, pois não existe um armazém exclusivo da manutenção e, por essa razão, restringiu-se a este espaço para este estudo de caso. Na realidade, o *stock* e material da manutenção encontram-se descentralizados no estaleiro e apenas esta ferramentaria se mostrou viável para o estudo.

Esta auditoria, que segue já os princípios do *lean* e da metodologia 5S + 1, teve como objetivo a identificação dos problemas principais de desorganização do *stock*. No Anexo F encontra-se a *checklist* criada, com os diferentes critérios a serem cumpridos, dividida por cada S.

Pediu-se a três colaboradores, de funções e papel hierárquico distinto, para que realizassem o preenchimento da *checklist* da Auditoria 5S + 1 à ferramentaria da manutenção. Na Figura 5.8 está um gráfico radar com a apresentação gráfica dos resultados da equipa auditora.

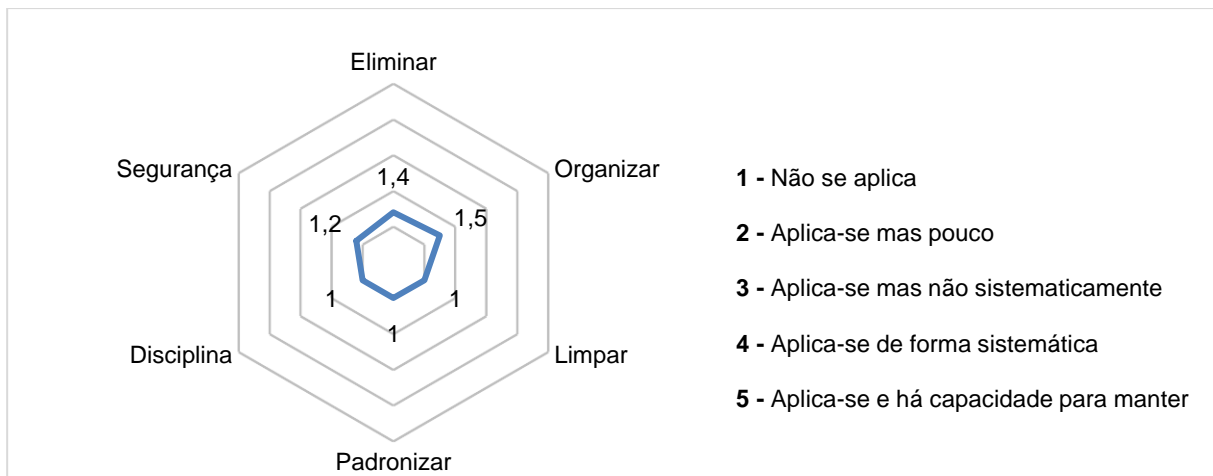


Figura 5.8 – Gráfico Radar dos Resultados da Auditoria 5S + 1 à Ferramentaria da Manutenção

Na Figura 5.9 encontram-se duas imagens que evidenciam a desorganização imediatamente sentida e o facto de a ferramentaria ter um *score* tão baixo na metodologia 5S + 1.



Figura 5.9 - Estado da Ferramentaria da Manutenção

A baixa avaliação do total dos requisitos do 5S + 1, revela que o nível de da metodologia na ferramentaria é inexistente, com um *score* médio de 1,2 valores, não se verificando um único S com uma avaliação no mínimo de 2 pontos. Isto revela a falta de organização da ferramentaria, a não existência de um sistema de catalogação, de registo de *stock*, entre outros. Tal justifica-se com o facto de não existir um armazém próprio de manutenção, logo, a inexistência de um controlo de *stock*.

Devido a este incumprimento de requisitos, ocorrem situações de abertura de pedidos de encomendas de material que se encontra em armazém, mas que é desconhecida a sua presença na empresa pelos colaboradores. Tal incumprimento põe em causa o êxito de um programa de manutenção, pois este depende da existência imediata dos materiais e peças de reserva.

A falta de *stock*/material é também devida à inexistente gestão de *stocks* e, para comprová-lo, analisou-se a compra de materiais urgentes. Consideraram-se apenas as encomendas urgentes, pois verificou-se que, quando se encomenda material, este pode ser considerado de compra urgente ou não e sabe-se que o material urgente tem, por si só, um elevado tempo de entrega. Realizou-se um fluxograma do procedimento de compra de materiais urgentes, na perspetiva do setor de manutenção, que se encontra na Figura 5.10.

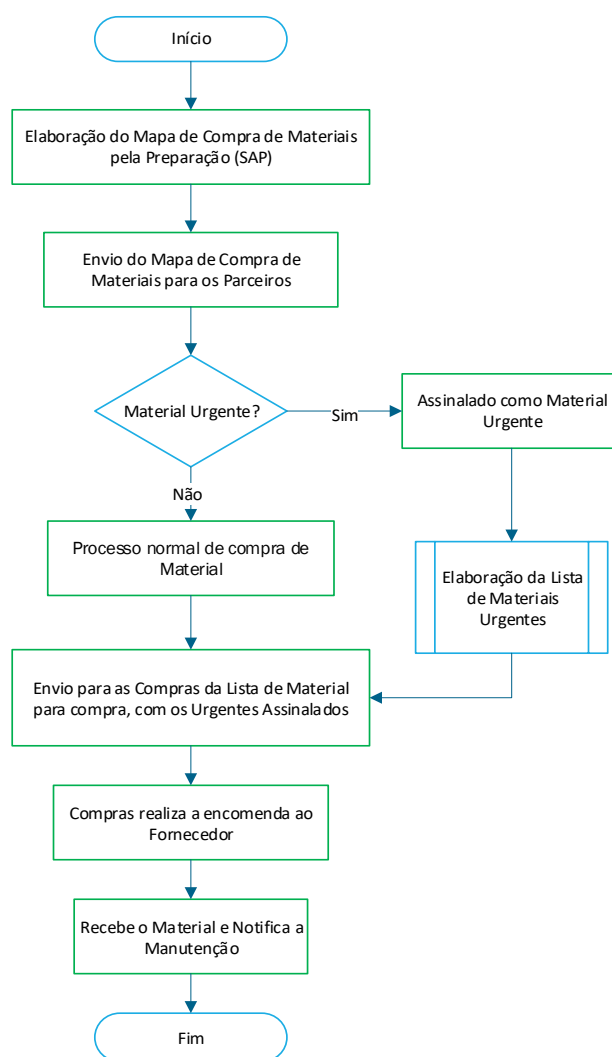


Figura 5.10 - Fluxograma do Processo de Compra de Material Urgente para a Manutenção

De seguida, foi realizado um estudo quantitativo relativamente ao número de receções, pedidos e tempos de espera dos materiais urgentes para o registo histórico disponível no ano 2018. Nesse ano, estão registados 979 pedidos urgentes, sendo alguns deles, pedidos em aberto ainda de 2017 e de anos anteriores. Em 2018 foram registados 903 pedidos (Figura 5.11).

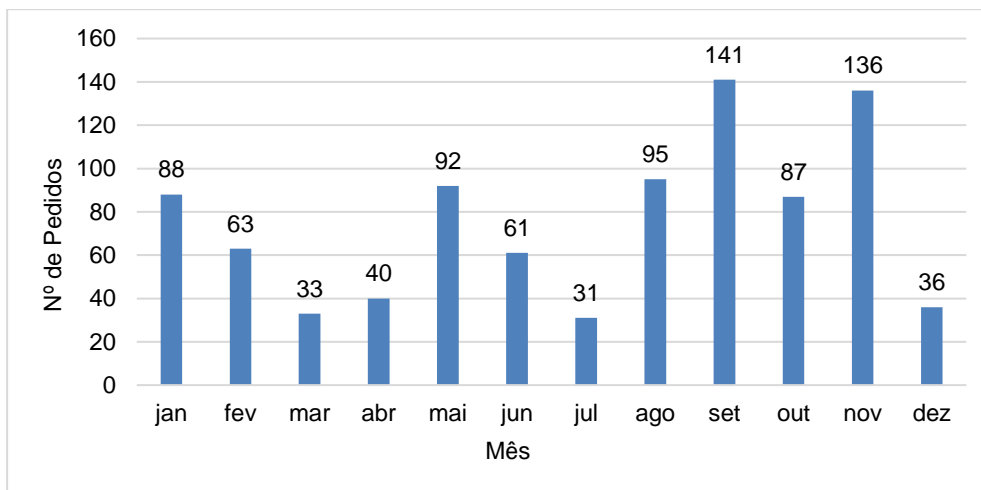


Figura 5.11 - Número de Pedidos por mês no ano de 2018

Na Figura 5.12 estão os pedidos de 2017 que ainda estavam ativos em 2018, um total de 71 pedidos.

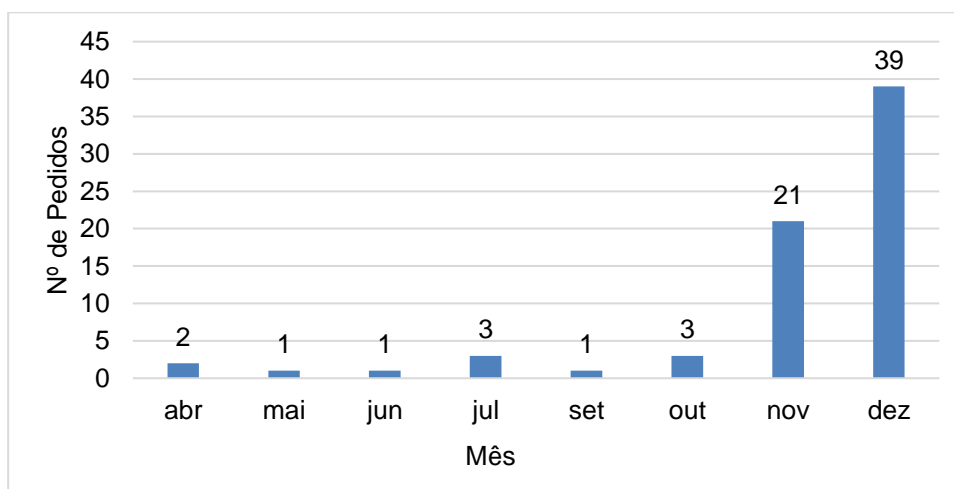


Figura 5.12 - Número de Pedidos de 2017 ainda ativos no ano 2018

O gráfico dos pedidos em aberto de 2017, mostra claramente a ineficiência em fechar pedidos urgentes que estão em aberto há quase um ano. Estes pedidos por fechar influenciam e afetam os valores médios de espera a serem calculados.

Em relação ao número de receções no ano de 2018, está representado graficamente na seguinte Figura 5.13 um total de 889 receções.

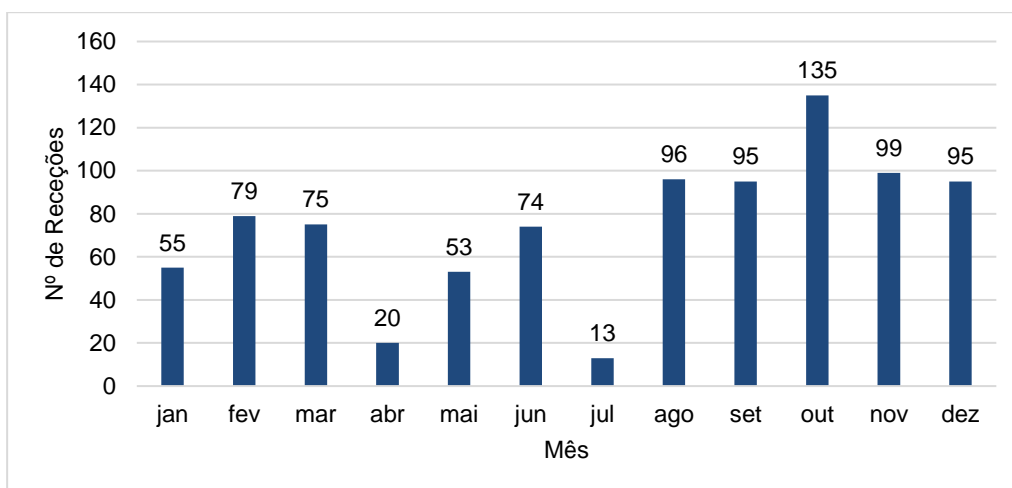


Figura 5.13 - Número de Receções por mês no ano 2018

De seguida, foram analisados os tempos médios de espera de material urgente, com processos já concluídos, e do material que até ao dia 31 de dezembro de 2018 não fora rececionado. Esta análise foi dificultada pelo facto de não existir um registo de dados eficiente, nomeadamente no *software* de gestão utilizado, mas também devido ao facto de não existir um sistema de registo de requisições e de entradas de material nem um procedimento para o mesmo.

Na Figura 5.14 estão representados graficamente os tempos de espera de material rececionado em 2018, em que o seu ciclo de pedido de material urgente e receção foi finalizado, pelo que será possível de seguida calcular-se os tempos médios.

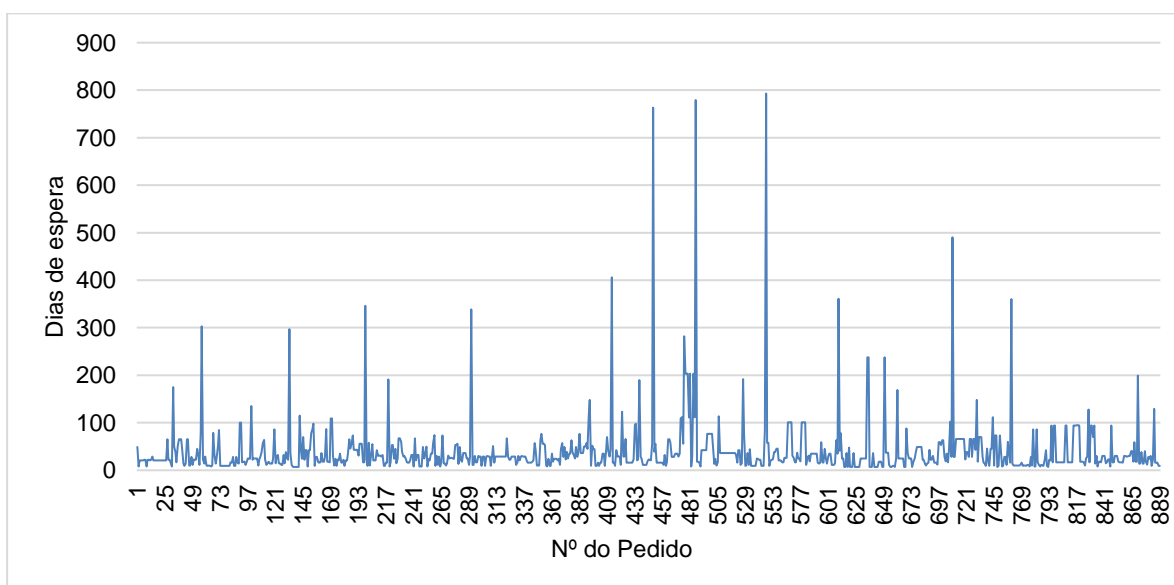


Figura 5.24 - Tempos de Espera de Material Rececionado no ano 2018

Na Figura 5.15 representou-se também o tempo de espera do material que ainda não fora rececionado em 2018, com o objetivo de calcular os tempos médios de entrega do material urgente em atraso.

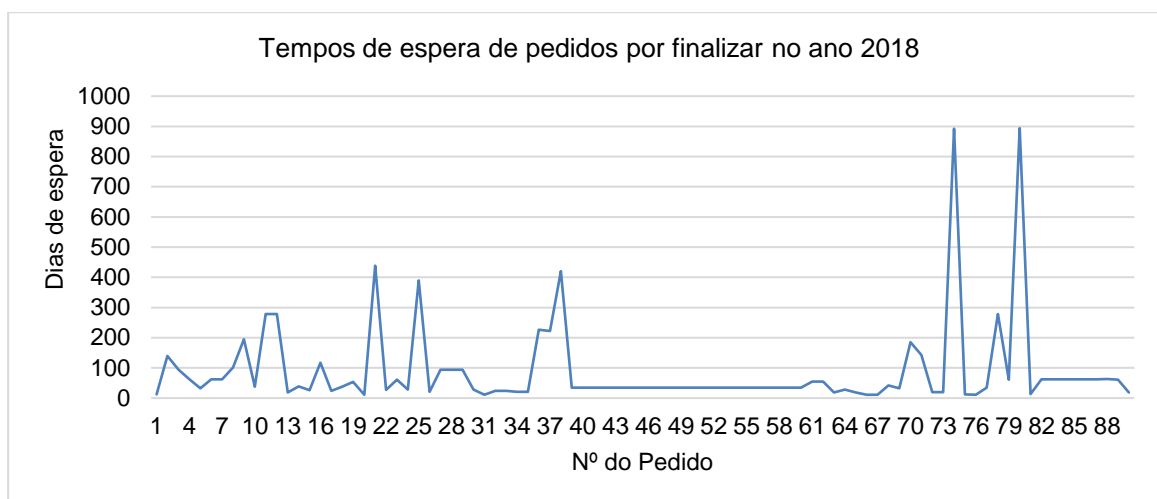


Figura 5.15 - Tempos de Espera no final do ano 2018 de Pedidos ainda ativos

Através da análise aos gráficos e dos dados quantitativos, verificou-se que existem vários valores *outliers* (valores dispare, com causas especiais que podem influenciar os resultados). Estes valores podem influenciar a média dos tempos de espera por serem tão elevados. Posto isto, calculou-se o tempo mínimo, médio e máximo de espera de um material urgente, para os pedidos finalizados e para os pedidos ainda em espera.

Na Tabela 5.5 estão os respetivos tempos de espera para os pedidos finalizados e em espera do ano de 2018.

Tabela 5.5 - Tempos de Espera de Material Urgente (ano 2018)

Pedidos Finalizados		Pedidos em Espera	
Tempo máximo	793 dias	Tempo máximo	894 dias
Tempo médio	40 dias	Tempo médio	89 dias
Tempo mínimo	7 dias	Tempo mínimo	11 dias

Foi verificado um tempo de espera, para pedidos finalizados, de cerca de 40 dias. Além deste valor bastante elevado, por espera de recursos materiais para a manutenção, foi calculado, em termos de valores monetários, um total de 252 813 € de material comprado. No entanto, estima-se que este valor seja mais elevado, pois, novamente devido ao problema de lacuna de informações, parte dos materiais não tem o seu valor monetário registado.

➤ **Análise através da Realização de Inquéritos aos Colaboradores do Setor**

Por forma a se obter uma opinião interna dos colaboradores da manutenção, realizaram-se dois inquéritos aos parceiros principais e aos colaboradores do setor de manutenção.

Tiveram como objetivo o levantamento de problemas que não foram antes analisados e também de obter a perceção sobre o atual sistema de gestão da manutenção dos colaboradores, que interagem diariamente com o sistema de manutenção. Estes dois inquéritos incidiram sobre:

- Problemas Relacionados com a Manutenção – com o objetivo de se recolherem dados mais específicos e internos do setor de manutenção, igual ao que foi realizado ao setor cliente e que se encontra na Figura 5.3.
- Problemas Relacionados com as Manutenções Preventivas – focado nas preventivas pois já foi decidido que este seria um dos pontos de atuação (Figura 5.16);

PROBLEMAS RELACIONADOS COM AS MANUTENÇÕES PREVENTIVAS	
PROBLEMA:	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA:
1 - _____	1 - _____
2 - _____	2 - _____
3 - _____	3 - _____
SUGESTÕES:	

Figura 5.36 – Inquérito realizado ao Setor de Manutenção sobre as Manutenções Preventivas

Poder-se-ia ter realizado um inquérito sobre a gestão de *stocks* na manutenção, mas tendo em conta que é algo inexistente e que necessita de ser iniciado de raiz, não se fez o levantamento de problemas neste ponto com os colaboradores.

Na Tabela 5.6 encontram-se os resultados dos inquéritos sobre os problemas da manutenção, em que se procedeu ao agrupamento de problemas novamente através do método de KJ, e com a respetiva análise ABC realizada.

Tabela 5.6 - Resultados Inquéritos ao Setor de Manutenção sobre os problemas relacionados com a manutenção

#	Classe de Problemas	Item	fa	Fa	fr	Fr	ABC
1	Falta de Formação	6,3%	15	15	17,4%	17,4%	A
2	Falta de Material	6,3%	9	24	10,5%	27,9%	A
3	Falta de Organização	6,3%	9	33	10,5%	38,4%	A
4	Falta de Comunicação	6,3%	8	41	9,3%	47,7%	A
5	Equip. e Ferra. Obsoletos	6,3%	7	48	8,1%	55,8%	A
6	Falta de Colaboradores	6,3%	6	54	7,0%	62,8%	A
7	Falta de Motivação	6,3%	5	59	5,8%	68,6%	A
8	Falta de Informação	6,3%	5	64	5,8%	74,4%	A
9	Falta de Condições	6,3%	5	69	5,8%	80,2%	A
10	Sistema informático inadequado	6,3%	4	73	4,7%	84,9%	B
11	Elevado Tempo Reparação	6,3%	4	77	4,7%	89,5%	B
12	Processo demasiado burocrático	6,3%	3	80	3,5%	93,0%	B
13	Falta de Controlo	6,3%	2	82	2,3%	95,3%	B
14	Falta de Equip. e Ferra.	6,3%	2	84	2,3%	97,7%	B
15	Incumprimento Programa	6,3%	1	85	1,2%	98,8%	C
16	Reuniões de longa duração	6,3%	1	86	1,2%	100,0%	C
Total			86				

Em relação aos problemas gerais do setor, a regra de Pareto de 20/80 não se verificou. Existem 9 classes de problemas de classe A (56,2%) relevantes em termos de frequência de observação. A análise ABC encontra-se na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 - Resultados da Análise ABC aos Inquéritos do Setor Manutenção sobre os Problemas relacionados com a Manutenção

Análise ABC	Teoria (causas → problemas)	Resultados (causas → problemas)
Classe A	20% → 80%	56,2% → 80,2%
Classe B	30% → 15%	31,3% → 17,5%
Classe C	50% → 5%	12,5% → 2,3%

Foram ainda separados, pelos parceiros principais, os três problemas mais sentidos pelos colaboradores, pois cada um tinha perceções diferentes, também por terem funções e responsabilidades distintas.

- Empresa A – falta de organização, falta de material e falta de condições;
- Empresa B – falta de formação, falta de colaboradores e de equipamentos e ferramentas obsoletos.

O diagrama de Pareto dos respetivos inquéritos encontra-se na Figura 5.17.

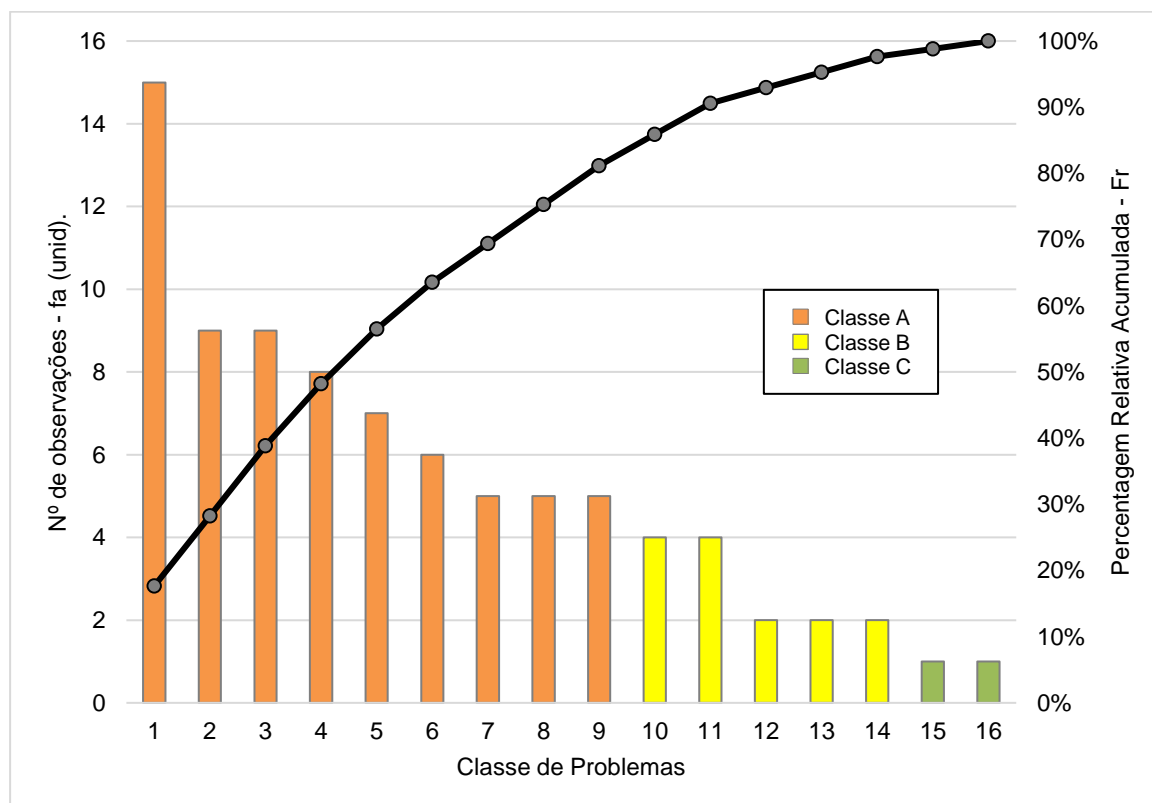


Figura 5.17 - Diagrama de Pareto dos Inquéritos ao Setor de Manutenção sobre os Problemas relacionados com a Manutenção

Procedeu-se de igual modo para averiguação dos problemas mais frequentes relativamente às manutenções preventivas, onde os resultados estão na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 - Resultados Inquéritos ao Setor de Manutenção sobre os Problemas relacionados com as Manutenções Preventivas

#	Classe de Problemas	Item	fa	Fa	fr	Fr	ABC
1	Indisponibilidade dos Equip.	4,3%	11	11	13,8%	13,8%	A
2	Processo muito burocrático	4,3%	8	19	10,0%	23,8%	A
3	Falta de Planeamento	4,3%	6	25	7,5%	31,3%	A
4	Falta de Colaboradores	4,3%	6	31	7,5%	38,8%	A
5	Falta de Formação	4,3%	5	36	6,3%	45,0%	A
6	Incumprimento do Programa	4,3%	4	40	5,0%	50,0%	A
7	Periodicidade Não Adequada	4,3%	4	44	5,0%	55,0%	A
8	Falta de Organização	4,3%	4	48	5,0%	60,0%	A
9	Incumprimento do Programa	4,3%	4	52	5,0%	65,0%	A
10	Desatualizadas	4,3%	4	56	5,0%	70,0%	A
11	Falta de Preparação	4,3%	3	59	3,8%	73,8%	A
12	Demora na aquisição de Material	4,3%	3	62	3,8%	77,5%	A
13	Falta de Material	4,3%	3	65	3,8%	81,3%	A
14	Pós-análise inexistente	4,3%	2	67	2,5%	83,8%	B
15	Não Uniformização do Material	4,3%	2	69	2,5%	86,3%	B
16	Tempo Preparação Elevado	4,3%	2	71	2,5%	88,8%	B
17	Tempo real diferente do programado	4,3%	2	73	2,5%	91,3%	B
18	Desadequadas ao tempo disponível	4,3%	2	75	2,5%	93,8%	B
19	Desadequadas	4,3%	1	76	1,3%	95,0%	C
20	Equip. e Ferra. Obsoletos	4,3%	1	77	1,3%	96,3%	C
21	Falta de Controlo	4,3%	1	78	1,3%	97,5%	C
22	Falta de Registo	4,3%	1	79	1,3%	98,8%	C
23	Falta de Descrição	4,3%	1	80	1,3%	100,0%	C
Total			80				

Dos problemas relacionados com as manutenções preventivas, verifica-se de imediato o destaque do problema “Indisponibilidade dos Equipamentos” comparativamente aos restantes. Mais uma vez, a regra de Pareto não se verifica, e 13 das 23 classes de problemas inserem-se na classe de maior relevância, a classe A.

Tabela 5.9 - Resultados da Análise ABC aos Inquéritos do Setor Manutenção sobre os Problemas relacionados com as Manutenções Preventivas

Análise ABC	Teoria (causas → problemas)	Resultados (causas → problemas)
Classe A	20% → 80%	56,5% → 81,3%
Classe B	30% → 15%	21,7% → 12,5%
Classe C	50% → 5%	21,7% → 6,3%

Foi também separado, pelos parceiros principais, os três problemas mais sentidos pelos colaboradores:

- Empresa A – periodicidade das preventivas não adequada, indisponibilidade dos equipamentos para manutenção e processos muito burocráticos;
- Empresa B – falta de planeamento, falta de colaboradores e falta de formação.

Na Figura 5.18 está representado o respetivo diagrama de Pareto.

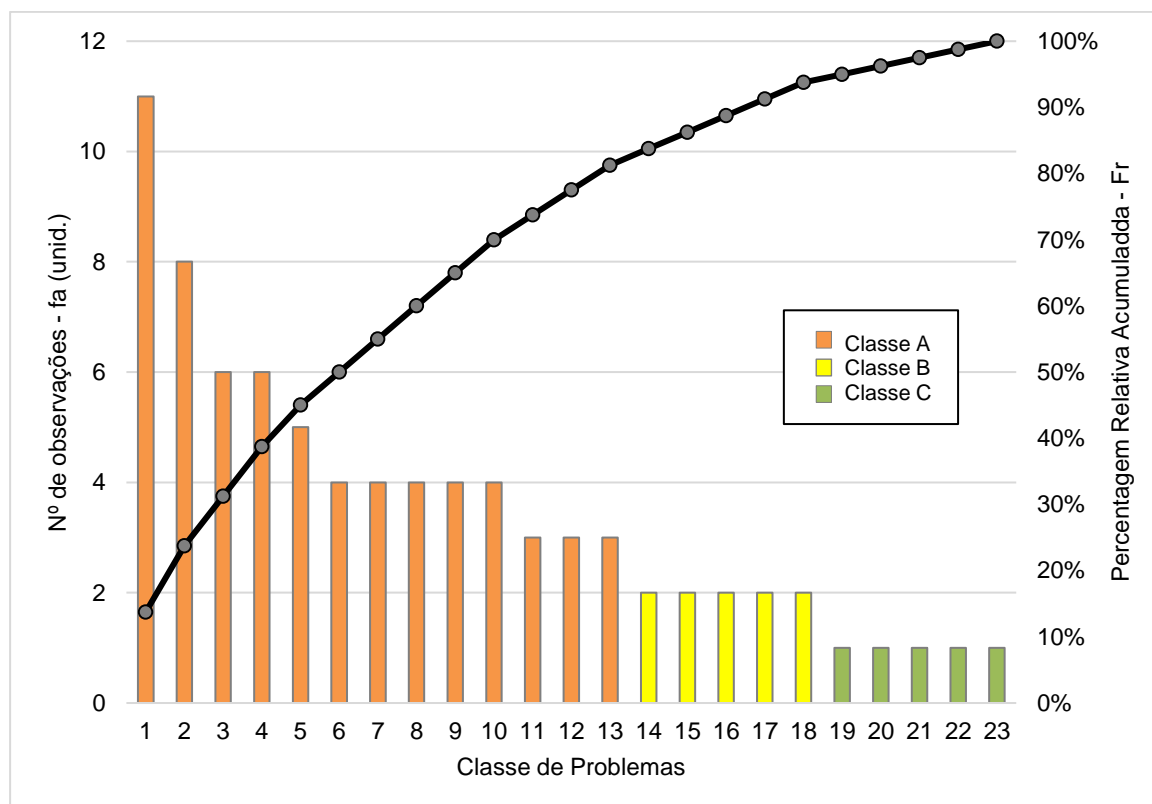


Figura 5.18 - Diagrama de Pareto dos Inquéritos ao Setor de Manutenção sobre os Problemas relacionados com as Manutenções Preventivas

5.3.3. Identificação e Análise dos Problemas e Desperdícios do Setor de Manutenção

A determinação e categorização dos problemas/desperdícios é o ponto de partida para a exposição clara das medidas e boas práticas a desenvolver relativamente ao trabalho inerente às atividades de manutenção. Este último ponto teve como objetivo a elaboração final da lista de todos os problemas identificados e relevantes, que, posteriormente, foram analisados e priorizados. Ao juntar-se os resultados dos inquéritos ao setor de manutenção, nomeadamente os problemas de classe A, com as análises realizadas anteriormente, obteve-se um conjunto global de problemas. Estes problemas foram divididos em três categorias:

- Gestão da Manutenção;
- Manutenções preventivas;

- Gestão de *stocks*.

Na Tabela 5.10 estão os problemas relacionados com a gestão da manutenção e como foram detetados.

Tabela 5.10 - Problemas relacionados com a Gestão da Manutenção

Gestão da Manutenção		
#	Problema	Como foi detetado
1	Reuniões de Longa Duração	Observação/Inquéritos
2	Definição errada de Manutenção Curativa	Análise documental
3	Inexistência de KPIs adequados	Análise documental
4	Colaboradores com pouca Formação	Inquéritos
5	Falta de colaboradores qualificados	Inquéritos
6	Falta de um sistema adequado de comunicação	Observação/Inquéritos
7	Falta de organização	Observação/Inquéritos
8	Estrutura do departamento desadequada	Observação/Inquéritos
9	Informação com demasiada incerteza associada	Observação/Inquéritos
10	Condições das oficinas desadequadas aos trabalhos a executar	Observação/Inquéritos
11	Processos muito burocráticos	Observação/Inquéritos
12	Histórico inexistente e desatualizado	Inquéritos
13	Colaboradores com falta de motivação	Inquéritos

Na Tabela 5.11 estão os problemas relacionados com as manutenções preventivas e o respetivo método de deteção.

Tabela 5.11 - Problemas relacionados com as Manutenções Preventivas

Manutenções Preventivas		
#	Problema	Como foi detetado
14	Inexistência de um Mapa de Fluxo de Valor das Manu. Preventivas	Análise documental
15	Folha de Trabalho (Preventivas) apenas com <i>checklist</i>	Análise documental
16	Inexistência de Procedimentos (Preventivas)	Análise documental
17	Indisponibilidade dos equipamentos para manutenção	Observação/Inquéritos
18	Planeamento adequado inexistente	Inquéritos
19	Programa não é cumprido	Observação/Inquéritos
20	Periodicidade das preventivas desatualizada e desadequada ao equipamento	Observação/Inquéritos

Na Tabela 5.12 estão os problemas relacionados com a gestão de *stocks* e como foram averiguados.

Tabela 5.12 - Problemas relacionados com a Gestão de *Stocks*

Gestão de <i>Stocks</i>		
#	Problema	Como foi detetado
21	Inexistência de um Procedimento de Compra para Materiais Urgentes	Análise documental
22	Inexistência de um Procedimento de Entrada e Saída de Material	Análise documental
23	Inexistência de registo do <i>stock</i> atual	Observação/ <i>Checklist</i> 5S + 1
24	Inexistência de um Armazém exclusivo da Manutenção	Observação

25	Falta de catalogação do material	Observação/ <i>Checklist</i> 5S +1
26	Nível global de 5S + 1 da ferramentaria muito baixo	<i>Checklist</i> 5S + 1

A separação nestas três diferentes áreas, que acabam por estar relacionadas, foi essencial para a criação de planos de ações, direcionados para cada uma das três vertentes.

Por forma a se entender os tipos de perdas associadas a cada problema, associou-se os oito desperdícios da manutenção aos 26 desperdícios detetados. Cada problema pode ter associado vários desperdícios. Através desta associação, foi possível também de desenvolver planos de ação mais concretos, com a aplicação de práticas *lean* para os reduzir, e se possível, os eliminar.

Na Tabela 5.13 fez-se associar os oito desperdícios do *lean* com os respetivos problemas da Tabela 5.10, Tabela 5.11 e Tabela 5.12.

Tabela 5.13 - Associação dos Problemas as Desperdícios da Manutenção *Lean*

Desperdício do <i>lean</i>	Problemas
1. Manutenção improdutiva	1, 2, 3, 10, 13, 15, 16, 18, 19 e 20
2. Repetição de trabalho	2, 4, 9, 10, 20, 21, 22 e 23
3. Espera por recursos da manutenção	5, 10 e 17
4. Má gestão do <i>stock</i>	21, 22, 23, 24, 25 e 26
5. Transporte excessivo	6, 7, 15, 16 e 18
6. Deslocações desnecessárias	7, 10, 16, 18 e 23
7. Ineficaz gestão de dados	4, 10, 20, 23, 24, e 26
8. Subutilização dos recursos	6, 7, 8, 9, 11, 12 e 14

Estes desperdícios podem estar diretamente relacionados com o problema, mas também ser uma consequência do mesmo. A análise aos problemas é realizada com a descrição e identificação das suas causas no capítulo seguinte.

6. Propostas de Melhoria e Discussão de Resultados

No seguimento dos pontos críticos detetados, são apresentadas propostas para a melhoria do serviço e gestão da manutenção da empresa de reparação naval. Realiza-se uma descrição e análise das causas dos problemas detetados no capítulo 5. Neste capítulo, faz-se a interligação dos problemas e a sua respetiva priorização em que são propostas melhorias ao nível da gestão da manutenção, do planeamento, da realização de procedimentos, do controlo da manutenção e da gestão de *stocks*. É aqui apresentado o desenvolvimento da fase 3 (Priorização dos Problemas) e da fase 4 (Propostas de Melhoria). No final, são discutidos os resultados relevantes ao estudo de caso.

6.1. Análise e Priorização dos Problemas

A fim de serem solucionados os problemas identificados, é necessário estudar as causas que os potenciam. Foram analisados ao pormenor os problemas e desperdícios identificados, em que se aplicou as ferramentas de diagnóstico dos 5 porquês e do diagrama de Ishikawa, aos problemas que se classificaram como um efeito. Na Tabela 6.1, encontram-se os 26 problemas e respetivas ferramentas utilizadas. No Anexo G encontra-se uma breve descrição de cada problema.

Tabela 6.1 – Classificação dos 26 Problemas

#	Problema	Causa ou Efeito?	Ferramenta
1	Reuniões de Longa Duração	Efeito	5 Porquês
2	Definição errada de Manutenção Curativa	Causa	-
3	Inexistência de KPI adequados	Causa	-
4	Colaboradores com pouca Formação	Causa	-
5	Falta de colaboradores qualificados	Efeito	Diag. Ishikawa
6	Falta de um sistema adequado de comunicação	Causa	-
7	Falta de organização	Efeito	Diag. Ishikawa
8	Estrutura do departamento desadequada	Causa	-
9	Informação com demasiada incerteza associada	Causa	-
10	Condições das oficinas desadequadas aos trabalhos a executar	Efeito	5 Porquês
11	Processos muito burocráticos	Causa	-
12	Histórico inexistente e desatualizado	Causa	-
13	Colaboradores com falta de motivação	Efeito	5 Porquês
14	Inexistência de um Mapa de Fluxo de Valor das Manu. Preventivas	Causa	-
15	Folha de Trabalho (Preventivas) apenas com <i>checklist</i>	Causa	-
16	Inexistência de Procedimentos (Preventivas)	Causa	-

Tabela 6.1 – Classificação dos 26 Problemas (continuação)

17	Indisponibilidade dos equipamentos para manutenção	Efeito	Diag. Ishikawa
18	Planeamento adequado inexistente	Efeito	5 Porquês
19	Programa não é cumprido	Efeito	Diag. Ishikawa
20	Periodicidade das preventivas desatualizada e desadequada ao equipamento	Efeito	Diag. Ishikawa
21	Inexistência de um Procedimento de Compra para Materiais Urgentes	Causa	-
22	Inexistência de um Procedimento de Entrada e Saída de Material	Causa	-
23	Inexistência de registo do <i>stock</i> atual	Causa	-
24	Inexistência de um Armazém exclusivo da Manutenção	Causa	-
25	Falta de catalogação do material	Causa	-
26	Nível global de 5S + 1 da ferramentaria muito baixo	Efeito	5 Porquês

Dos 26 problemas encontrados, a maior parte já é uma causa a ser estudada. No entanto, ainda há alguns problemas que são devidos a diversas causas que devem ser aqui clarificadas de modo a se poder avançar com a resolução dos mesmos.

Na Tabela 6.2 está um exemplo de aplicação dos 5 Porquês no problema “Nível global de 5S + 1 da ferramentaria muito baixo”.

Tabela 6.2 - Aplicação dos 5 Porquês ao Problema "Nível global de 5S + 1 da ferramentaria muito baixo"

Problema Identificado	Nível global de 5S + 1 da ferramentaria muito baixo	
Porquê?	Visível desorganização e má logística do material	
Porquê?	Inexistência de procedimentos organizacionais e logísticos	
Porquê?	Ausência de responsáveis pela organização e logística	
Porquê?	Inexistência de um setor dedicado à gestão de <i>stocks</i>	
Porquê?	Falta de investimento na formação e criação de procedimentos	Causa-Raiz

Na Figura 6.1 encontra-se a aplicação do diagrama de Ishikawa para a identificação das causas do problema “Falta de Organização”.

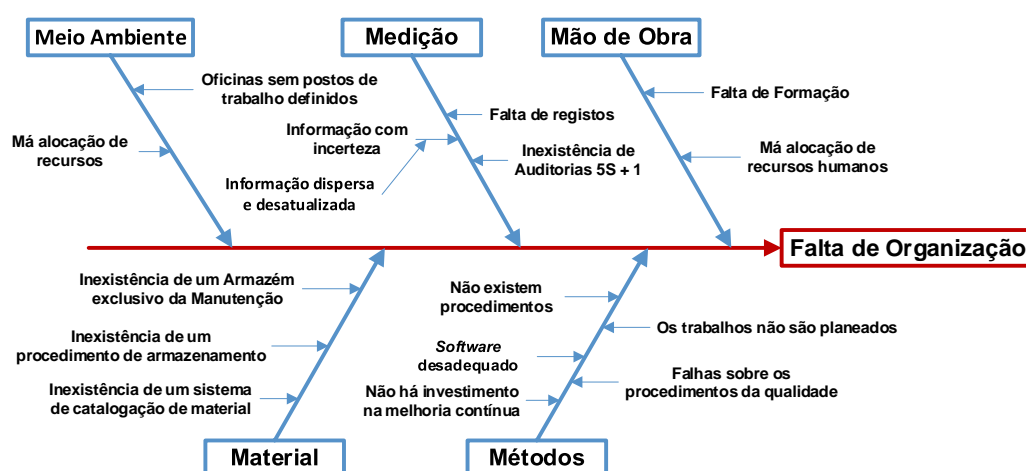


Figura 6.1 - Diagrama de Ishikawa aplicado ao Problema "Falta de Organização"

A seguir à descrição dos problemas e identificação das suas potenciais causas, foi possível criar uma matriz de idealidade com o objetivo de correlacionar os problemas identificados, ou seja, os parâmetros livres da matriz.

Os 26 problemas foram estudados e foi averiguado o tipo de interações que ocorrem entre eles, a partir da seguinte questão: “Se melhorar este problema, o que acontece ao outro?”.

Classificou-se com um sinal positivo (+), quando a melhoria de um problema permitia a melhoria de outro, e, com um sinal negativo (-), caso a melhoria de um problema tivesse repercussões negativas no outro. No entanto, alguns problemas não estão correlacionados com outros, pelo que não foi classificada a sua interação.

Esta matriz, presente no Anexo H, obteve um resultado de correlações apenas positivas, sendo que os três problemas que maior peso correlacional apresentaram, foram:

- Informação com demasiada incerteza associada – 13 interações positivas;
- Programa não é cumprido – 13 interações positivas;
- Planeamento adequado inexistente – 12 interações positivas.

Esta matriz foi essencial para a proposta de implementação de melhorias, pois prova que a resolução de um só problema não só irá gerar resultados inerentes ao mesmo, como é o caso de os três problemas acima mencionados, como também irá proporcionar melhorias que podem ser, ou não, significativas noutros parâmetros.

Isto auxiliou a empresa na rápida resolução dos problemas globais, pois existe uma necessidade urgente de melhorias que representem um peso considerável dentro do setor de manutenção. Por esse motivo, a matriz foi validada pelo coordenador principal do projeto.

Com o vasto conjunto de problemas já analisados e com o esclarecimento da razão da sua ocorrência, ocorre a sua priorização. Esta priorização é essencial para garantir que não se investe tempo nem recursos em ações que não solucionam problemas críticos no setor.

Anteriormente foi utilizado um diagrama de Pareto, no entanto, é um diagrama que não indica quais as categorias mais importantes, mas sim aquelas que ocorrem com mais frequência. Foi então decidido que a ferramenta que melhor se aplica é a matriz de GUT, de modo a definir os problemas mais críticos, incluindo os de classe A identificados pelo diagrama de Pareto. Esta matriz foi posteriormente preenchida pelos coordenadores do projeto.

De seguida apresentam-se os resultados dessa ponderação, com a hierarquização e seleção dos problemas que serão o foco da seguinte fase do estudo de caso.

Na Tabela 6.3 encontram-se todos os problemas da gestão da manutenção por ordem de hierarquização.

Tabela 6.3 - Priorização dos Problemas da Gestão da Manutenção através da Matriz de GUT

Gestão da Manutenção					
Ordem	Problema	G	U	T	GUT
1º	Colaboradores com pouca Formação	5	5	4	100
2º	Falta de colaboradores qualificados	5	4	4	80
3º	Definição errada de Manutenção Curativa	4	4	3	48
4º	Inexistência de KPI adequados	5	4	2	40
5º	Falta de um sistema adequado de comunicação	4	3	3	36
6º	Falta de organização	4	3	3	36
7º	Informação com demasiada incerteza associada	4	3	3	36
8º	Colaboradores com falta de motivação	4	3	3	36
9º	Processos muito burocráticos	3	4	3	36
10º	Condições das oficinas desadequadas aos trabalhos a executar	4	3	2	24
11º	Histórico inexistente e desatualizado	4	3	2	24
12º	Reuniões de Longa Duração	3	3	2	18
13º	Estrutura do departamento desadequada	4	2	2	16

Destes 13 problemas priorizados, foi decidido que neste estudo de caso seriam desenvolvidas propostas para os quatro com maior pontuação. São eles:

- Colaboradores com pouca formação;
- Falta de colaboradores qualificados;
- Definição errada de manutenção curativa;
- Inexistência de KPIs adequados.

Procedeu-se do mesmo modo para os problemas relacionados com as manutenções preventivas, tendo-se obtido a Tabela 6.4.

Tabela 6.4 - Priorização dos Problemas das Manutenções Preventivas através da Matriz de GUT

Manutenções Preventivas					
Ordem	Problema	G	U	T	GUT
1º	Inexistência de Procedimentos	5	4	3	60
2º	Folha de Trabalho apenas com <i>checklist</i>	4	4	3	48
3º	Indisponibilidade dos equipamentos para manutenção	4	4	3	48
4º	Periodicidade das preventivas desatualizada e desadequada ao equipamento	5	4	2	40
5º	Planeamento adequado inexistente	5	3	2	30
6º	Inexistência de um Mapa de Fluxo de Valor das Manu. Preventivas	4	3	2	24
7º	Programa não é cumprido	4	3	2	24

Foram desenvolvidas propostas de melhoria para os três primeiros problemas da hierarquia:

- Inexistência de Procedimentos;

- Folha de trabalho apenas com *checklist*;
- Indisponibilidade dos equipamentos para manutenção.

Por último foi aplicada a priorização de GUT aos problemas da gestão de *stocks*, que se encontra na Tabela 6.5.

Tabela 6.5 - Priorização dos Problemas das Manutenções Preventivas através da Matriz de GUT

Gestão de <i>stocks</i>					
Ordem	Problema	G	U	T	GUT
1º	Nível global de 5S + 1 da ferramentaria muito baixo	5	4	3	60
2º	Inexistência de registo do <i>stock</i> atual	4	4	2	32
3º	Inexistência de um Procedimento de Compra para Materiais Urgentes	4	3	2	24
4º	Inexistência de um Procedimento de Entrada e Saída de Material	4	3	2	24
5º	Falta de catalogação do material	4	3	2	24
6º	Inexistência de um Armazém exclusivo da Manutenção	3	3	2	18

Os dois problemas que se destacavam dos restantes em termos de criticidade foram:

- Nível global de 5S + 1 do armazém muito baixo;
- Inexistência de registo de *stock* atual.

6.2. Propostas de Melhoria

Os problemas foram priorizados e é necessário encontrar soluções que os amenizem. Para esse fim, foram desenvolvidos diagramas em árvore para os problemas considerados prioritários pela matriz de GUT, com diferentes tipos de soluções possíveis. Na Figura 6.2, está exemplificado um diagrama em árvore, para o problema “Falta de um sistema adequado de comunicação”.

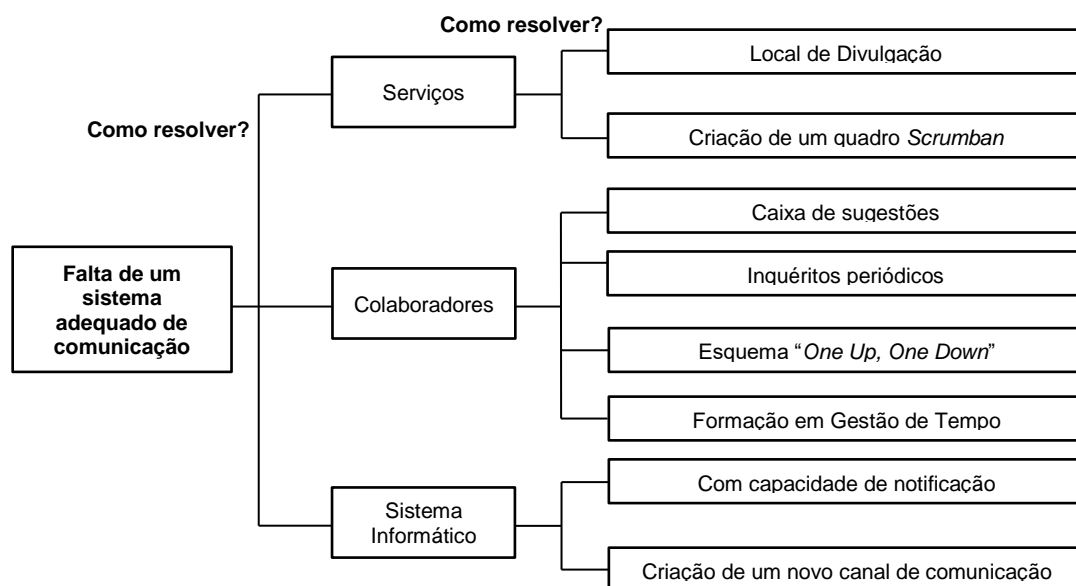


Figura 6.2 - Aplicação do Diagrama em Árvore ao problema "Falta um sistema adequado de comunicação"

Estas soluções foram também idealizadas juntamente com os colaboradores, através da recolha de sugestões. Permitiu compreender que requisitos pretendiam e a construção de ideias adequadas ao contexto real. As soluções foram posteriormente validadas com recurso ao modelo de Kano.

É necessário um estudo de investimento de cada solução para a tomada de decisões finais em relação à escolha das propostas mais adequadas, viáveis e exequíveis para cada problema, tendo em consideração o custo implícito e os resultados que delas se pode obter. As propostas de melhoria aqui selecionadas, tendo em vista a sua aplicação a curto prazo, passam a ser consideradas como requisitos do serviço de manutenção. A sua seleção encontra-se na Tabela 6.6.

Tabela 6.6- Seleção da Solução adequada a cada Problema

Grupo	Problema	Solução Selecionada
Gestão da Manutenção	Colaboradores com pouca formação	1 - Criação de uma matriz de competências
	Poucos colaboradores qualificados	2 - Possibilidade de escolha, pelos colaboradores, das formações que recebem (dentro de um conjunto à escolha) 3 - Elaboração de one-point lessons
	Definição errada de manutenção curativa	4 - Correção da definição de curativas e corretivas (e introduzir a realização efetiva de curativas)
	Inexistência de KPI adequados	5 - Introdução de KPI económicos e operacionais
Manutenções Preventivas	Inexistência de procedimentos	6 - Realização de reuniões <i>brainstorming</i> para levantamento de propostas de melhoria
	Folha de trabalho apenas com checklist	7 - Atualização das <i>checklists</i> após realização de uma preventiva (com inserção de pontuações em termos de estado do equipamento)
	Indisponibilidade dos equipamentos para manutenção	8 - Equipa supervisora multidisciplinar que auxilie desde a preparação até a execução das preventivas
Gestão de stocks	Nível global de 5S + 1 do armazém muito baixo	9 - Implementação da metodologia 5S + 1 em armazém
	Inexistência de um registo do stock atual	10 - Catalogação e categorização do stock

De notar que nem todas as soluções possuem uma prática *lean* de melhoria associada, pois constatou-se que alguns dos problemas analisados necessitavam de medidas primárias. Os problemas estão relacionados com as exigências básicas para o funcionamento correto de um departamento de manutenção.

Os problemas críticos foram anteriormente selecionados pela matriz de GUT. Porém, acrescentou-se o problema da “falta de um sistema de comunicação adequado”, em que a proposta selecionada consiste na criação de um quadro *scrumban*.

Outra solução em análise é que irá melhorar diversos problemas na manutenção, é a utilização de um novo *software* de gestão da manutenção, tendo em consideração que o SAP, *software* atualmente utilizado, não proporciona uma gestão adequada da informação no setor. Foi escolhido tendo em

consideração que o problema “Informação com demasiada incerteza associada” tem, pela matriz de idealidade, 13 interações positivas com outros problemas. Por esse motivo, a concentração de esforços na sua resolução irá proporcionar ganhos globais em várias vertentes.

➤ Descrição das Soluções Propostas

É realizada uma breve descrição das soluções propostas da Tabela 6.6, que derivaram do conjunto de sugestões de melhoria realizado para cada problema.

1) Criação de uma Matriz de Competências

A matriz de competências debruça-se principalmente sobre os colaboradores dos parceiros da manutenção, pois são eles que empregam os responsáveis pela execução do serviço. Permite realizar uma caracterização dos recursos humanos afetos à manutenção e ajuda a identificar as atuais competências e as lacunas a colmatar, seja por formação ou pela admissão de pessoas (Pinto, 2013). Poderá ser realizada para todos os colaboradores, mas separadamente, ou seja, colaboradores parceiros separados dos colaboradores. Na Figura 6.3 está um exemplo de uma matriz de competências e de como pode ser realizada.

	Competência 1	Competência 2	Competência 3	Competência 4	Competência 5	Competência 6	Competência 7	Observações e plano de ações
Técnico de manutenção 1	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	Desenvolver a competência 5 e 7
Técnico de manutenção 2	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	Dar formação e treino aos colegas
Técnico de manutenção 3	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	Desenvolver a competência 6
Técnico de manutenção 4	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	Dar formação e treino aos colegas
Técnico de manutenção 5	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	Desenvolver a competência 7
Técnico de manutenção 6	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	Desenvolver a competência 1
Técnico de manutenção 7	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	Desenvolver a competência 4
Técnico de manutenção 8	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	Dar formação e treino na competência 5
Técnico de manutenção 9	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	Dar formação e treino na competência 7
Técnico de manutenção 10	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	Desenvolver as competências 3 e 7
Valor atual	17	48	14	22	24	23	7	
Valor objetivo mínimo	15	30	20	25	20	30	30	

Legenda	
Não sabe fazer	⊕
Faz sem ser autónomo	⊕
Autónomo	⊕
Sabe fazer e ensinar	⊕
Expert	⊕

Figura 6.3 - Exemplo de uma Matriz de Competências
(Adaptado de Pinto, 2013)

Esta solução irá proporcionar uma melhor organização dos recursos humanos por ser cada vez menor o número de mão-de-obra qualificada, permitindo uma maior motivação dos colaboradores, com a sua alocação em trabalhos da sua responsabilidade e com os quais se sentem mais confortáveis a realizar. Poderá surtir efeitos positivos relacionados com o cumprimento dos programas definidos.

2) Possibilidade de escolha, pelos Colaboradores, das Formações que recebem (dentro de um conjunto à escolha)

A partir da realização da matriz anterior é possível identificar as competências desejadas pela empresa que necessitam de maior número de colaboradores com formação na mesma. Desta forma é possível traçar um plano de formações vantajoso à empresa, com a possibilidade de escolha pelos colaboradores do tipo de competência que gostariam de ter aperfeiçoada. Além desta vantagem intrínseca para a empresa, proporciona uma maior motivação nos colaboradores pois, estes passam a ter a possibilidade de decidirem de como gostariam de que a sua carreira profissional evoluísse, como de reforçarem a sua aprendizagem em competências que gostam e gostariam de executar.

3) Elaboração de *One-Point Lessons*

As *one-point lessons* (OPL) surgiram do *genba*, que é um termo japonês que significa local de trabalho, e representam iniciativas específicas de curta duração, 5 a 15 minuto. Consistem em lições com um só tema ou ponto e devem ocupar no máximo duas folhas A4 para ilustrar o objetivo da lição. São um veículo para a transmissão de procedimentos *standard* de trabalho ou SOP (*Standard Operating Procedures*) (Pinto, 2013). Na Figura 6.4 encontra-se um exemplo de uma OPL.

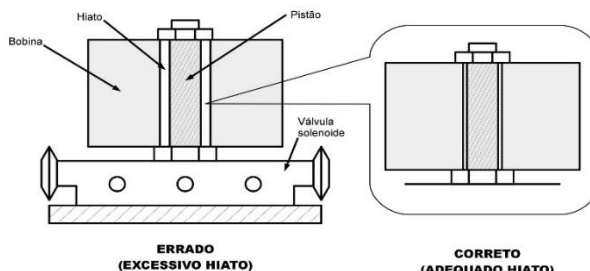
One-Point Lesson					
Tema	A válvula queima devido ao exagerado hiato (gap) entre a bobina e o pistão			Lição Nº	007/2011
				Departamento	Eng. Prod
				Data	2013.01.20
Classificação:	Conhecimento básico		Melhoria	Problema	X
Descrição da situação:					
					
Explicação:					
<p>Razão da falha: o excessivo hiato (gap) entre a bobina e o pistão leva a que a válvula queime. Excesso de corrente queima a bobina. Erro na montagem dos componentes (troca de componentes, por exemplo, parafusos de aperto e pistão de diâmetro errado).</p>					
Ações a desenvolver:					
<p>a) Garantir que componentes estranhos ao processo estejam na bancada; b) Implementar uma <i>checklist</i> com os materiais e componentes necessários à montagem; c) O operador deve certificar-se de que existe um correto encaixe do pistão na bobina (ver desenho do lado direito).</p>					

Figura 6.4 - Exemplo de uma OPL
(Adaptado de Pinto, 2013)

Estas *one-point lessons* melhoram significativamente o problema de poucos colaboradores qualificados e em conjunto a falta de formação sobre temas muito específicos.

4) Correção da Definição de Curativas e Corretivas (e introdução da realização efetiva de manutenções curativas)

É necessário a separação entre manutenção corretiva e manutenção corretiva curativa, de acordo com as suas reais definições, e a sua correta introdução nos tipos de intervenções como na Figura 6.5.

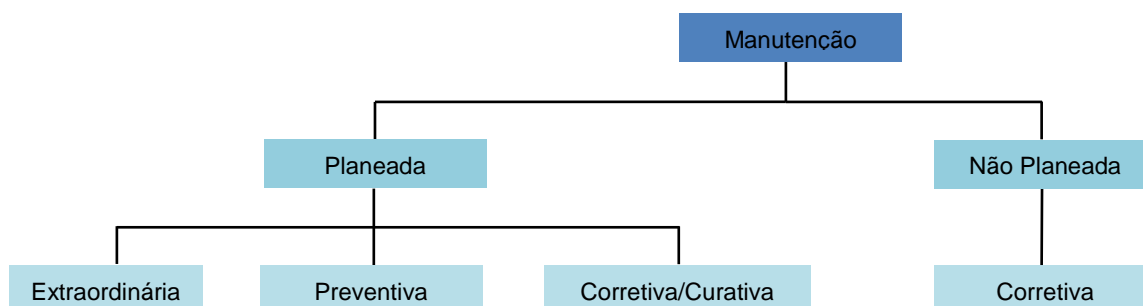


Figura 6.5 - Correta definição dos Modos de Intervenção no Departamento de Manutenção

5) Introdução de KPIs Económicos e Operacionais

Foi verificada a necessidade da introdução de novos indicadores operacionais e económicos, pelo que se propôs a introdução dos seguintes KPIs:

- **Indicadores Económicos (IE):**

IE1 – Peso da manutenção no custo dos serviços produzidos:

$$IE1 = \frac{\text{Custo Total da Manutenção}}{\text{Custo Total da Produção}} [\%] \quad (6.1)$$

IE2 – Rácio do Custo/hora da manutenção:

$$IE2 = \frac{\text{Custo Total da Manutenção}}{\text{Nº de Horas Manutenção}} [€/hora] \quad (6.2)$$

IE3 – Peso da subcontratação:

$$IE3 = \frac{\text{Custo dos trabalhos de subcontratação}}{\text{Custo Total da Manutenção}} [\%] \quad (6.3)$$

IE4 – Peso da Manutenção Planeada:

$$IE4 = \frac{\text{Custo Total da Manutenção Planeada}}{\text{Custo Total da Manutenção}} [\%] \quad (6.4)$$

IE5 – Peso da Manutenção Não Planeada:

$$IE5 = \frac{\text{Custo Total da Manutenção Não Planeada}}{\text{Custo Total da Manutenção}} [\%] \quad (6.5)$$

- **Indicadores Operacionais (IO):**

IO1 – Disponibilidade (D):

$$IO1 = D = \frac{\text{Tempo útil}}{\text{Tempo disponível}} [\%] \quad (6.6)$$

IO2 – Eficiência (E):

$$IO2 = E = \frac{\text{Trabalho realizado}}{\text{Trabalho a realizar}} [\%] \quad (6.7)$$

IO3 – Qualidade (Qd):

$$IO3 = Qd = \frac{\text{Nº de trabalhos executados conformes}}{\text{Nº total de trabalhos realizados}} [\%] \quad (6.8)$$

IO4 – Overall Equipment Effectiveness (OEE):

$$IO4 = OEE = Qd \times E \times D [\%] \quad (6.9)$$

A introdução destes indicadores irá permitir a medição atual do sistema, com a atualização da informação existente e a definição de planos concretos para se atingirem determinados indicies.

6) Realização de Reuniões *Brainstorming* para levantamento de Propostas de Melhoria nos atuais Procedimentos

Um plano de manutenção só é eficaz e eficiente se for capaz de gerar dados mensuráveis. Estes planos contam com os procedimentos escritos, em listas detalhadas e subdivididos em etapas. Estas listas descrevem como se executa a função manutenção para um determinado equipamento. Ao se realizar este plano, está-se a padronizar os procedimentos, podendo estes serem executados por profissionais experientes, iniciantes ou subcontratados.

A inexistência de procedimentos é crítica no departamento. É necessário iniciar o quanto antes a realização de procedimentos de forma padronizada. Antes de se iniciar a realização de um procedimento é necessária a criação de um documento de como realizar procedimentos, por forma a que estes sejam também criados segundo uma padronização e uniformização.

Foi aferida que uma das soluções mais viáveis para a criação de procedimentos seria através de reuniões *brainstorming*, com colaboradores de vários níveis hierárquicos, pois é com base no conhecimento de todos que podem ser realizados os procedimentos mais precisos.

Esta melhoria proporciona uma diminuição significativa da incerteza de informação, pois pode-se garantir que colaboradores diferentes realizam um determinado trabalho de igual forma, garantindo deste modo a garantia da qualidade do serviço de execução da manutenção. Permite também um melhor planeamento de recursos garantindo o cumprimento do programa.

7) Atualização das *Checklists* após realização de uma Preventiva (com inserção de pontuações em termos de estado do equipamento)

É sugerida a inserção de um campo para pontuação de cada ponto da *checklist* de modo a obter um relatório exato do atual estado do equipamento. Deste modo a prevê-se futuras falhas e, consequentemente, desenvolvem-se novos planeamentos para as evitar. Um tipo de pontuação simples, ao invés de apenas se selecionar a realização de um ponto de uma rotina, está representado na Figura 6.6.

Ficha acompanhamento: versão1		17/09/2018										
Manutenção Preventiva Duração 8,0 h Data Início 01/10/2018 Data Fim 01/10/2018		Núm. 1 Hora início 8,0 h Hora Início 08:00 Hora Fim 24.00										
PREVENTIVA MECÂNICA Preventiva Semestral Mecânica Sistema de Translação	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-weight: bold; margin-right: 5px;">Legenda</div> <table border="1"> <tr><td>1</td><td>Danificado, necessita reparação</td></tr> <tr><td>2</td><td>Não está danificado, mas necessita de reparação ASAP</td></tr> <tr><td>3</td><td>Não está danificado, mas com incorreto funcionamento</td></tr> <tr><td>4</td><td>Em correto funcionamento a curto prazo</td></tr> <tr><td>5</td><td>Em correto funcionamento a longo prazo</td></tr> </table> </div>		1	Danificado, necessita reparação	2	Não está danificado, mas necessita de reparação ASAP	3	Não está danificado, mas com incorreto funcionamento	4	Em correto funcionamento a curto prazo	5	Em correto funcionamento a longo prazo
1	Danificado, necessita reparação											
2	Não está danificado, mas necessita de reparação ASAP											
3	Não está danificado, mas com incorreto funcionamento											
4	Em correto funcionamento a curto prazo											
5	Em correto funcionamento a longo prazo											
1. Motores elétricos 1.1. Verificar funcionamento dos freios e desgaste do ferodo 1.2. Regular movimento axial 2. Caixas redutoras/Acoplamentos 2.1. Verificar fugas, ruídos e reaperto dos parafusos 2.2. Verificar estado do acoplamento 3. Rodas/Chumaceiras 3.1. Verificar desgaste das rodas	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Hora</div> <div>Pont.</div> <div>Obs.</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>—:—</div> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 2px;"></div> <div>_____</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>—:—</div> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 2px;"></div> <div>_____</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>—:—</div> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 2px;"></div> <div>_____</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>—:—</div> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 2px;"></div> <div>_____</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>—:—</div> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 2px;"></div> <div>_____</div> </div>											

Figura 6.6 - Proposta de melhoria de parte de uma *Checklist* de uma Manutenção Preventiva

Na mesma *checklist*, deve ser incluído a hora a que foi feita a verificação de cada ponto e um campo para observações que se considerem necessárias executar. Após a *checklist* ser realizada poder-se-á analisá-la para o futuro desenvolvimento de ações de prevenção, e até mesmo começar a introdução do conceito de manutenção preditiva. Este novo modo de avaliar irá proporcionar melhorias no âmbito

da garantia da qualidade do serviço e da possibilidade de criação de um histórico para a atualização da periodicidade das preventivas.

8) Equipa Supervisora Multidisciplinar que auxilie desde a Preparação até a Execução das Preventivas

Devido à falta de controlo e de coordenação das atividades foi observada a oportunidade da criação de uma equipa multidisciplinar que executasse um trabalho de supervisão. Como responsabilidades principais dessa equipa estão listadas as seguintes:

- Planear, monitorizar e supervisionar todas as atividades relacionadas com a equipa de manutenção;
- Garantir o cumprimento dos procedimentos de manutenção e participar nas análises técnicas de equipamentos e elaborar relatórios de atividade;
- Realizar a coordenação dos trabalhos, como complemento de suporte aos responsáveis técnicos;
- Garantir a comunicação entre a manutenção e os restantes setores, por forma a garantir a informação sobre a disponibilidade dos equipamentos;

Esta equipa deverá ser o suporte de todo o setor, pelo que também deverá ser incluída na tomada de decisões internas.

9) Implementação da Metodologia 5S + 1 em Armazém

Propôs-se a realização de um conjunto de fases de modo a criar um plano de implementação a longo prazo, com o principal objetivo de se criar um ciclo de melhoria contínua suportado pela metodologia 5S + 1. De forma a sintetizar e simplificar a implementação dos 5S + 1, foi definido um plano para a realização e seguimento dos resultados da auditoria a armazéns, que se encontra no Anexo I.

Para a eficaz implementação desta metodologia é necessário e urgente a criação de um armazém exclusivo da manutenção com um fiel de armazém, que garanta o cumprimento e sistematização dos procedimentos.

10) Catalogação e Classificação do Stock

É urgente iniciar um levantamento do *stock* existente em armazém. Esta catalogação deverá ser executada em simultâneo com a categorização do material. Esta categorização consiste na classificação dos materiais em manutenção, que se podem dividir por: consumíveis, peças de reserva ou sobressalentes e ferramentas, instrumentação e equipamentos de apoio à manutenção.

É também sugerida a catalogação de material através de *QR code*, um código de barras bidimensional, para a catalogação de material. O *QR code* poderá ser integrado num *software* de gestão da

manutenção. É necessário um sistema de gestão de materiais que defina que peças de reserva são necessárias manter em armazém, tendo em consideração o seu elevado custo e importância. Deve existir um equilíbrio entre elevados níveis de *stock* (com a garantia de disponibilidade e de segurança, mas com o agravamento dos custos), com os reduzidos níveis de *stock* (com a redução de custos e do risco de se tornarem obsoletos) (Pinto, 2013).

11) Criação de um Quadro *Scrumban*

A gestão visual, também referida como controlo visual, é um processo que através da visibilidade, lógica e intuição, proporciona um aumento da eficiência das operações. Recebe-se, aproximadamente, 80% de informação através da visão (Pinto, 2013).

A gestão visual quando utilizada nas empresas permite tornar os processos mais simples, com uma menor dependência de sistemas informáticos e de procedimentos formais. Na manutenção, as suas vantagens concentram-se nas áreas como o planeamento, comunicação, gestão de armazéns e de oficinas. A informação visual deve ser o mais simples possível para que, rapidamente, os colaboradores recebam a informação necessária sem dúvidas nem hesitações. É através da visão que se recebe a maior quantidade de informação, cerca de 80%, pelo que deve ser um ponto a se investir (Pinto, 2013).

Foi proposta a criação de um quadro *scrumban*, que é a combinação de um quadro *scrum* com as práticas *kanban* e que integra um sistema *pull*. Tendo em consideração a atual preocupação com a sustentabilidade aconselha-se que este quadro seja magnético e com cartões reutilizáveis. Na Figura 6.7 está uma representação de um quadro *scrumban*.



Figura 6.7 - Exemplo de um Quadro *Scrumban*
(Adaptado de Shehan, 2019)

12) Utilização de um Novo Software de Gestão da Manutenção

Existe uma elevada inadequabilidade do SAP enquanto ferramenta de *software* aplicada nas ações de manutenção do setor. Uma inovação será a gestão da manutenção em sistemas *online* diretamente sobre o equipamento no local, como por exemplo o da Manusis 4 com interface direto com o SAP via *cloud* (nuvem). Este *software* tem a vantagem de ter uma parceria com o SAP, pelo que o departamento poderá ter o Manusis 4.0 integrado ao seu ambiente SAP, com uma nova solução para a gestão de ativos, que respeita todas as diretrizes organizacionais e de segurança da informação. Na Figura 6.8 está uma interface do Manusis 4.0.

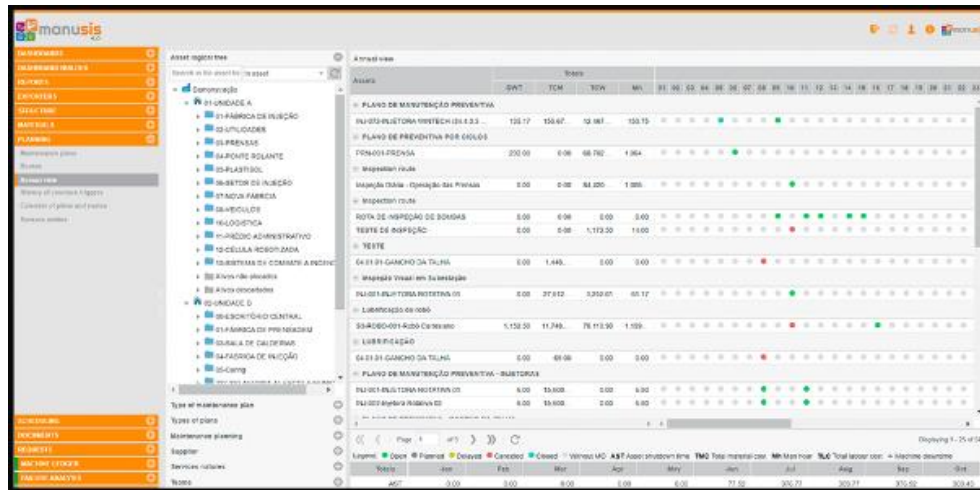


Figura 6.8 - Exemplo de Interface do Manusis 4.0
(Adaptado de Manusis 4.0, 2019)

O *software* divide-se nos seguintes módulos básicos:

- **Estrutura:** menu para estruturação da árvore de localização, ativos, fornecedores, técnicos de manutenção, operadores, equipas, fornecedores, entre outros;
- **Planeamento:** menu utilizado para a criação de planos de manutenção preventiva, rotinas de inspeção e lubrificação para os ativos;
- **Programação:** menu para gerir solicitações de serviços e definição de quem realiza as ordens de manutenção e quando, sejam sistemáticas ou não sistemáticas;
- **Materiais:** menu para gestão de materiais da manutenção;
- **Documentos:** para construção da árvore de documentos técnicos para gestão de revisões e distribuição, com a criação de alertas para a revisão de documentos;
- **Requisições:** gerir recursos através do envio de *e-mail* para a área de compras com o Manusis integrado no seu ERP (*Enterprise Resource Planning*);
- **Dashboard:** menu que disponibiliza *dashboards* padrões e que as desenvolve para cada cliente;
- **Relatórios:** menu onde são disponibilizados relatórios padrões e que os desenvolve para cada cliente;

- Exportadores: menu no qual são disponibilizados exportadores padrões e são desenvolvidos para cada cliente;
- Configurações: menu para realizar a parametrização e ajustes no sistema, com acesso ao cliente para a criação de grupos de acesso.

Na era da informação que se vivencia no momento, é necessário que a informação esteja em movimento, para ser processada mais rapidamente, para que assim se consiga agregar valor ao processo. Deste modo, informação precisa estar interligada com a sua rápida transmissão, originando processos com mobilidade. Na Figura 6.9 encontra-se um exemplo de uma das interfaces do sistema.



Figura 6.9 - Exemplo de Interface da Aplicação do Manusis 4.0
(Adaptado de Manusis 4.0, 2019)

Verifica-se de imediato o seu aspeto visual e a ergonomia do sistema, o que permite uma rápida e intuitiva utilização do mesmo. Um *software* ajustado às necessidades do setor iria resolver muitos parâmetros, nomeadamente, aqueles relacionados com a incerteza da informação na manutenção. Este *software* permite também a aquisição de uma solução *mobile*, ou seja, uma aplicação para sistemas operacionais *Android*.

Esta aplicação pode ser utilizada por todos os colaboradores, permite por exemplo, tirar fotografias e anexá-las aos documentos e a abertura de ordens de trabalho, o preenchimento de *checklists* de tarefas, de materiais utilizados, entre outros.

6.2.1. Validação das Propostas de Melhoria pelos Colaboradores

Antes da criação de um plano de ação para cada proposta de melhoria, foi necessário realizarem-se questionários aos colaboradores de modo a se verificar se as soluções propostas são bem-recebidas e validadas pelos colaboradores.

Seguiu-se então a realização de questionários do modelo de Kano, em que numa primeira fase são construídos os questionários tendo em conta as soluções anteriormente mencionadas e na segunda fase é realizada a avaliação da análise dos requisitos.

Foram identificados doze requisitos, pelo que foram elaborados doze questionários para cada um, em que cada questionário contém uma questão funcional, uma questão disfuncional e uma questão com o *Self-States Importance*. Estes doze requisitos provêm das doze propostas de soluções.

Na Figura 6.10 está exemplificado um desses questionários, referente ao requisito “Introdução de KPIs Económicos e Operacionais”.

Disfuncional	Q1: Qual a sua opinião sobre os atuais KPIs do setor de manutenção?	1	Gosto quando isso acontece
		2	Obrigatório ser assim
		3	Neutro
		4	Aceito ser dessa forma
		5	Não gosto
Funcional	Q2: Qual a sua opinião sobre a escolha de novos KPIs, suportada pela retirada dos dados adequados, nomeadamente indicadores económicos e operacionais?	1	Gosto quando isso acontece
		2	Obrigatório ser assim
		3	Neutro
		4	Aceito ser dessa forma
		5	Não gosto

Q3: Como avalia a introdução dos seguintes KPIs no setor de manutenção?

Completamente Insatisfeito								Excelente
	1	2	3	4	5	6	7	

Figura 6.10 - Questionário do Modelo de Kano para a Proposta da Solução "Introdução de KPIs económicos e operacionais"

Neste questionário foi apresentada uma lista de KPIs novos para visualização clara daquilo que se pretende executar. Para este questionário, e outros do mesmo tipo, foi realizada uma breve apresentação da solução antes de os colaboradores serem questionados.

Após a recolha das respostas dos inquiridos, foi necessário analisá-las através da tabela de avaliação de Kano, que permite o cruzamento das respostas obtidas com as formas funcionais e disfuncionais da questão.

É necessário categorizar os requisitos, tendo em consideração as diferentes respostas obtidas. Na Tabela 6.7 encontra-se o agrupamento dos resultados finais dessa mesma avaliação, em termos de frequência de resposta. Encontra-se também a respetiva categorização do problema (Q – Questionável; A – Atrativo; I – Indiferente; O – Obrigatório; Un – Unidimensional; C – Contraditório).

Tabela 6.7 - Frequência das Respostas dos Inquiridos para cada Solução/Requisito

#	Solução/Requisito	Q	A	I	O	Un	C	Categoria
1	Criação de uma matriz de competências	0%	14%	14%	0%	71%	0%	Un
2	Possibilidade de escolha, pelos colaboradores, das formações que recebem (dentro de um conjunto à escolha)	0%	43%	0%	14%	43%	0%	Un
3	Elaboração de <i>one-point lessons</i>	0%	17%	25%	42%	17%	0%	O
4	Correção da definição de curativas e corretivas (e introduzir a realização efetiva de curativas)	0%	0%	27%	36%	36%	0%	O
5	Introdução de KPIs económicos e operacionais	0%	50%	0%	25%	25%	0%	A
6	Realização de reuniões <i>brainstorming</i> para levantamento de propostas de melhoria	0%	18%	18%	18%	45%	0%	Un
7	Atualização das <i>checklists</i> após realização de uma preventiva (com inserção de pontuações em termos de estado do equipamento)	0%	42%	0%	42%	17%	0%	O
8	Equipe supervisora multidisciplinar que auxilie desde a preparação até a execução das preventivas	0%	22%	0%	22%	56%	0%	Un
9	Implementação da metodologia 5S + 1 em armazém	0%	14%	29%	14%	43%	0%	Un
10	Catálogo e categorização do <i>stock</i>	0%	17%	17%	42%	25%	0%	O
11	Criação de um quadro <i>scrumban</i>	0%	58%	0%	32%	10%	0%	A
12	Utilização de um novo <i>software</i> de gestão da manutenção	0%	30%	0%	56%	14%	0%	O

Com a análise da tabela, é possível verificar que para diversos requisitos existem categorias que registaram uma frequência igual. Para o desempate das categorias utilizou-se a regra de priorização de Matzler (1998), em que $O > Un > A > I$. Por último, calcularam-se os CSCS e os CSCI dos doze requisitos, assim como, o RM (Tabela 6.8).

Tabela 6.8 - CSC dos Requisitos em estudo e do RM

#	Solução/Requisito	Categoria	CSCS	CSCI	RM
1	Criação de uma matriz de competências	Un	0,86	-0,71	6,1
2	Possibilidade de escolha, pelos colaboradores, das formações que recebem (dentro de um conjunto à escolha)	Un	0,86	-0,57	6,0
3	Elaboração de <i>one-point lessons</i>	O	0,33	-0,58	6,3
4	Correção da definição de curativas e corretivas (e introduzir a realização efetiva de curativas)	O	0,36	-0,73	6,4
5	Introdução de KPIs económicos e operacionais	A	0,75	-0,50	6,8
6	Realização de reuniões <i>brainstorming</i> para levantamento de propostas de melhoria	Un	0,64	-0,64	5,5
7	Atualização das <i>checklists</i> após realização de uma preventiva (com inserção de pontuações em termos de estado do equipamento)	O	0,58	-0,58	6,3
8	Equipe supervisora multidisciplinar que auxilie desde a preparação até a execução das preventivas	Un	0,78	-0,78	6,7
9	Implementação da metodologia 5S + 1 em armazém	Un	0,57	-0,57	6,1
10	Catálogo e categorização do <i>stock</i>	O	0,42	-0,67	6,3
11	Criação de um quadro <i>scrumban</i>	A	0,68	-0,42	6,0
12	Utilização de um novo <i>software</i> de gestão da manutenção	O	0,44	-0,7	6,1

De seguida, realizou-se a representação gráfica dos CSC de cada requisito na Figura 6.11.

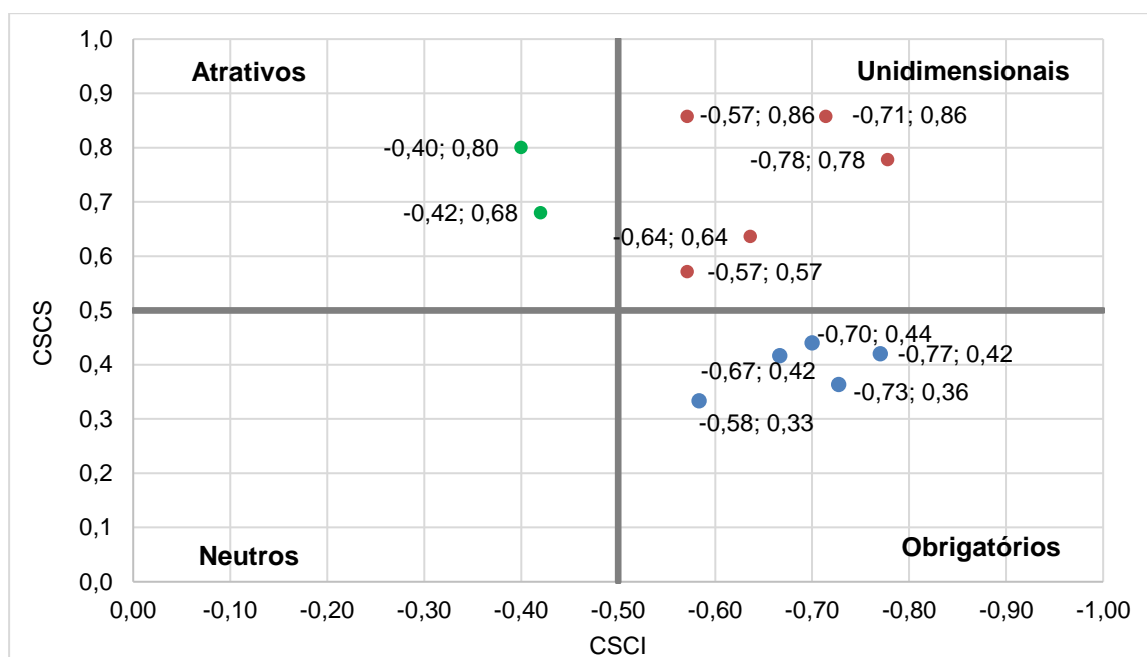


Figura 6.11 - Representação Gráfica dos CSC de cada Requisito

Dos requisitos avaliados estes correspondem às seguintes categorias: Atrativos, Unidimensionais e Obrigatórios.

Sabe-se que em relação ao CSCS quanto mais positivo for o seu valor, maior será a satisfação do cliente com o cumprimento do requisito, enquanto que com o CSCI, quanto mais negativo for o valor, menor será a satisfação do cliente caso o requisito não seja cumprido.

Como resultado obteve-se que os requisitos 1, 2, 6, 8 e 9 da Tabela 6.8, são classificados como unidimensionais, ou seja, quando maior for a sua presença, maior a satisfação dos colaboradores. O setor de manutenção deve concentrar esforços na melhoria contínua dos mesmos, pois poderão surtir vantagens competitivas com a concorrência.

Os requisitos 5 e 11 da Tabela 6.8 são aqueles que poderão superar as expectativas dos colaboradores, pois foram classificados como atrativos.

Por último, os requisitos obrigatórios 3, 4, 7, 10 e 12 da Tabela 6.8, se não forem cumpridos pelo setor causam insatisfação nos colaboradores.

Em relação ao RM e no geral, com exceção do requisito 6, todos apresentaram uma ponderação superior a 6 pontos, o que evidencia o agrado dos colaboradores às soluções propostas, com destaque especial para os requisitos 5 e 8.

Esta aceitação e valorização das sugestões de melhoria pode-se justificar pelo facto de estas terem sido pensadas e elaboradas, previamente, juntos dos colaboradores. Outro fator, é por serem soluções que visam a melhoria do departamento para aquilo que se espera, ou se considera obrigatório, que um departamento de manutenção realize.

6.3. Implementação das Propostas de Melhoria

Após as soluções definidas e validadas pelos questionários de Kano, é necessário decidir como serão introduzidas no setor de manutenção. Tendo em consideração que a sua aplicação prática não irá ocorrer neste estudo de caso, propôs-se um método de implementação para as doze sugestões. Este plano de ação deve ter em consideração custos anteriormente estimados na análise de investimento.

1) Criação de Matriz de Competências

Em primeiro lugar o gestor deverá avaliar a sua equipa e para isso deve estabelecer que competências devem ser avaliadas. Estas competências podem estar relacionadas com vários aspetos de áreas específicas (mecânica, elétrica, lubrificação, etc.), de qualidade, de equipamentos (conhecimento de cada colaborador em determinado equipamento), entre outros. Devem ser divididas consoante a especialidade do colaborador para que, por exemplo, especialistas em eletrônica não sejam avaliados de igual modo que especialistas em eletrotecnia.

Numa fase inicial e para testar a devida matriz, o gestor pode avaliar cada colaborador de forma empírica, em que atribui uma pontuação específica. No entanto, para uma avaliação padronizada, pode-se realizar o preenchimento de um questionário, por forma a se obter uma análise mais detalhada. Esse questionário é realizado em autoavaliação pelo colaborador e em heteroavaliação pelo gestor.

Por último preenche-se a matriz consoante as respostas obtidas e com isso é possível ao gestor avaliar as necessidades de formação e até mesmo as de contratação.

2) Possibilidade de escolha, pelos Colaboradores, das Formações que recebem (dentro de um conjunto à escolha)

Através da realização da matriz de competências, os gestores devem analisar as necessidades existentes e definir um plano de formações personalizado a cada especificação requerida. Este plano deve ser apresentado aos colaboradores e estes devem ter a liberdade de referirem aquelas com as quais melhor se identificam.

No final o gestor deverá verificar as escolhas realizadas e, caso não concorde com as mesmas, deverá explicar ao colaborador o porquê, para que juntos possam chegar a uma solução simbiótica. Desta forma será possível ajustar as competências necessárias com a motivação e vontade de novas aprendizagens por parte dos colaboradores, o que potenciará a velocidade de interiorização de novas informações e conceitos.

3) Elaboração de *One-Point Lessons*

As OPL devem ser executadas pelos gestores de equipa ou supervisores e devem ser escritas numa linguagem acessível e simples para a integração de todos os colaboradores. Podem ser desenvolvidas OPL que abordam os seguintes pontos:

- Folha de informação básica com conhecimento prático (atividades de manutenção, como por exemplo a limpeza de filtros, ações de lubrificação, etc.);
- Problemas e desafios, em que ensina como prevenir a recorrência de um dado problema no equipamento;
- Folha de melhoria contínua que descreve a abordagem e as medidas chave num programa de melhoria bem-sucedido.

As OPL podem ser utilizadas para qualquer fim e permitem que colaboradores que não tenham um nível tão alto de uma determinada competência consigam, em pouco tempo, compreender o tipo de trabalho a ser executado.

Sugere-se que, inicialmente, sejam inseridas em anexo nas folhas de trabalho das preventivas no âmbito de informações essenciais ao trabalho, como de problemas que existiram e de como foram resolvidos.

4) Correção da Definição de Curativas e Corretivas (e introdução da realização efetiva de manutenções curativas)

As manutenções corretivas curativas, em contexto real, ficam à responsabilidade da engenharia da manutenção e seguem os seguintes passos:

- Definição de ações corretivas curativas necessárias para eliminar as causas do problema e identificação dos responsáveis pela respetiva implementação (neste caso, será da responsabilidade da engenharia de manutenção);
- Estabelecimento de prazos de execução, monitorização das manutenções durante a sua implementação e realização de ajustes que se revelem necessários;
- Avaliação da eficácia das ações implementadas e divulgação dos resultados obtidos.

Esta correta definição só poderá ser aceite e sistematizada através da formação dos colaboradores para a correta definição dos tipos de manutenção. Esta correção deverá ser evidenciada no departamento, com um local visível que permite relembrar os colaboradores da nova definição que, naturalmente, será difícil de se metodizar.

5) Introdução de KPIs Económicos e Operacionais

É necessário definir aquilo que se pretende medir para se selecionar os indicadores mais adequados bem como os objetivos a atingir. Os indicadores dependem de informação que necessita de ser retirada, pelo que o primeiro passo consiste na criação de um sistema para a recolha da mesma. Antes, é necessário identificar que informação é necessária. Uma das hipóteses é a inserção de um novo *software* de gestão da manutenção.

Periodicamente, é fulcral a análise dos respetivos KPIs de modo a fazer um seguimento dos mesmos

em que esta deve estar à vista de todo o setor. Desse modo, cria um alerta dos colaboradores para a evolução do sistema e proporciona a criação e divulgação de melhorias necessárias para atingir os objetivos a que o setor se comprometeu inicialmente.

6) Realização de Reuniões *Brainstorming* para levantamento de Propostas de Melhoria nos atuais Procedimentos

Este tipo de reuniões e com este tipo de temática têm mais sucesso se realizadas com colaboradores de vários níveis hierárquicos e com experiência comprovada, mas sobretudo, com o conhecimento do procedimento a ser realizado.

Em primeiro lugar, deve ser selecionado um moderador que conduza a reunião, o qual escreve todos os tópicos e ideias geradas num quadro. As ideias são sugeridas à vez por todos os colaboradores e todas são válidas, sem que ocorra a avaliação das mesmas. Este processo acaba quando não existem mais ideias. De seguida, é necessário verificar as ideias que, aparentemente, são idênticas e deve-se agrupá-las segundo a sua similaridade. Nesta fase já ocorre a discussão das ideias de forma construtiva em que, se necessário, são eliminadas as ideias verificadas como não viáveis. Por último, ocorre uma votação com a eleição da melhor ideia, que será posteriormente desenvolvida. Neste tipo reuniões é essencial que todos os colaboradores sejam encorajados a participar, sem que ocorram críticas pejorativas, mesmo que existam ideias que pareçam impossíveis de se realizar.

No Anexo J encontra-se um documento que conta com as regras a ter em consideração para a padronização de procedimentos.

7) Atualização das *Checklists* após realização de uma Preventiva (com inserção de pontuações em termos de estado do equipamento)

A criação deste tipo de pontuação é um processo simples. Consiste em atualizar as atuais fichas com uma legenda que indique concretamente o estado do componente verificado e a hora a que a rotina ocorreu. Estas *checklists* devem ser posteriormente analisadas para a definição de ações concretas e para a atualização dos tempos despendidos em cada rotina de manutenção. Este procedimento é facilmente executado com o auxílio de um bom sistema de gestão da manutenção, que calcule o tempo previsto das preventivas automaticamente, potenciando no futuro uma melhoria dos mesmos.

8) Equipa Supervisora Multidisciplinar que auxilie desde a Preparação até a Execução das Preventivas

A formação desta equipa parte dos gestores e poderá ser formada através da realização de uma matriz de competências específica para esta função.

É necessário investir e formar os colaboradores para que a supervisão seja executada de acordo com as responsabilidades predefinidas.

9) Implementação da Metodologia 5S + 1 em Armazém

Esta implementação é um grande desafio, pois é um processo longo e que só vingará se as melhorias forem sistematizadas pelos colaboradores. Uma forma de garantir que tal aconteça é com a realização de auditorias periódicas.

Para efetuar a auditoria deverá ser nomeada uma equipa auditora. A auditoria deverá ser realizada mensalmente e sem dia certo, para se obter uma visão e avaliação mais representativa da realidade.

Outro requisito consiste na criação de um armazém próprio da manutenção, o qual exige a seleção de um colaborador com as competências necessárias para a execução e sistematização desta metodologia.

10) Catalogação e Classificação do *Stock*

Para a realização destes pontos é necessário definir que informação se pretende retirar sobre o *stock* existente e de como se pretende reorganizá-lo. Para tal, é necessário alocar recursos humanos para esta tarefa que, por começar do zero, necessitará de bastante tempo. Estima-se que a identificação do material existente na ferramentaria demorará aproximadamente dois meses.

Deverá ser decidido pelos responsáveis da manutenção que informação deverá ser convertida através da leitura *QR code* (categorização do material, quantidade em *stock*, localização em armazém, etc.). Este tipo de código tem a vantagem de poder ser facilmente lido por um *scanner* ou dispositivo semelhante, como a maioria dos *smartphones* equipados com câmara.

11) Criação de um Quadro *Scrumban*

A criação de um quadro *scrumban* é um processo relativamente simples. Em primeiro lugar, é necessário visualizar o trabalho a executar e, para tal, é necessário um quadro. Esse quadro é um dos requisitos do *kanban* e deve ser dividido em três colunas: “para fazer”, “a fazer” e “feito”. É fácil definir que trabalhos se vão realizar, mas a tendência natural é para que muitos dos trabalhos planeados não avancem da coluna “a fazer”. Isto justifica-se pelo facto de a execução de muitas tarefas em simultâneo serem difíceis de executar. Por este motivo, o segundo passo prende-se com a imposição de um limite máximo de trabalhos na coluna “a fazer”, que impeça novos trabalhos de começarem sem que os mais antigos estejam por concluir. Esta definição de limite é parte do sistema *kanban* e pode ser criado através de uma linha que limita o quadro para um número máximo de cartões.

O próximo passo consiste na adição de mais colunas, com o desdobramento da coluna “a fazer” em três: “desenvolvimento”, “preparado para teste” e “em teste”. Isto justifica-se, pois, para muitas equipas, o processo de trabalho não é tão simples quanto parece. Cada uma destas três colunas deve ter bem definido um limite máximo de cartões.

De seguida é necessário definir a ordem de priorização dos cartões. Para isso acrescenta-se uma coluna “pronto”, entre a coluna “a fazer” e a coluna “desenvolvimento”. Na coluna “pronto”, os cartões devem estar ordenados do mais importante para o menos importante. Deste modo, cria-se um sistema

pull para quando existe uma vaga que permita iniciar um novo trabalho na coluna “desenvolvimento”, em que entra o cartão mais importante da coluna “pronto”.

Um sistema *scrumban* baseia-se na priorização do trabalho e não na estimação da duração de cada trabalho (um dos princípios do *scrum*), pelo que o último passo consiste em ordenar a coluna “a fazer” segundo uma priorização.

Este quadro deve ser elaborado e definido tendo por base os passos supramencionados, estando ao dever e responsabilidade do setor a sua personalização, de modo a adequá-lo ao sistema de manutenção.

12) Utilização de um Novo Software de Gestão da Manutenção

O gestor da manutenção informou que serão realizados testes a este novo *software*. Acredita-se que, tendo em consideração o atual cenário do setor, permitirá ganhos superiores àqueles previamente referenciados.

É necessário formar os colaboradores para a utilização deste novo *software*, o qual trará grandes mudanças na atual execução e preparação do trabalho. Após a proposta de melhoria deste novo *software*, foi também sugerida a compra de computadores portáteis, nomeadamente para os gestores, por forma a lhes permitir uma maior mobilidade.

6.4. Propostas de Melhoria para Médio e Longo Prazo

As propostas apresentadas anteriormente foram desenvolvidas tendo em consideração os atuais problemas mais críticos do setor, pelo que são soluções para se implementarem a curto prazo. Foram também geradas propostas de melhoria para serem implementadas a médio e longo prazo.

➤ Reestruturação do Departamento de Manutenção

Tendo em consideração o objetivo de aplicar a filosofia *lean* na manutenção e o atual panorama estrutural e organizacional do departamento, foi identificada a oportunidade de ocorrer uma reestruturação do departamento que se adapte ao contexto do *lean*. Deverá ser reestruturado segundo três áreas: gestão da manutenção, engenharia da manutenção (já existente) e execução. Deverão ser redefinidas as funções de cada colaborador assim como o seu papel no setor.

➤ Elaboração do Mapeamento do Fluxo de Valor

Além de ser uma melhoria clara a ser executada no setor, é também um trabalho a ser executado. Irá permitir a visualização dos *inputs* e *outputs* dos processos, assim como a localização dos desperdícios. Ao ser realizado este mapeamento, sugere-se também a criação de uma tabela que permita identificar e separar as atividades de valor acrescentado das atividades de valor não acrescentado.

➤ Implementação da Metodologia 5S + 1 nas Oficinas da Manutenção

Desde o início do projeto, a empresa tinha a intenção de aplicar a metodologia 5S + 1 nas oficinas, mais concretamente nos postos de trabalho. Durante a elaboração deste estudo, foi constatada a necessidade mais urgente da melhoria na gestão de *stocks*, através da metodologia 5S + 1, e não nas respetivas oficinas. No entanto, tendo em consideração o benefício que esta traz a qualquer posto em que é aplicada, é sugerido que se tenha em conta em projetos futuros e na continuidade deste.

➤ Introdução da TPM com foco na Manutenção Autónoma

Com a implementação da metodologia 5S + 1 nas oficinas e armazéns (base dos oito pilares da TPM), será possível integrar o conceito de manutenção autónoma junto dos colaboradores da produção e dos responsáveis pelos equipamentos. É necessário que exista uma formação contínua nesta área, sugerindo-se a realização de procedimentos auxiliados por uma *checklist* com um plano e periodicidade definidos.

6.5. Discussão dos Resultados

O modelo foi validado até a fase 4 e seguiu um estudo maioritariamente qualitativo. Pontos do modelo como o mapeamento do fluxo de valor e a respetiva análise da cadeia de valor, foram parcialmente executados pelo curto horizonte temporal e características da empresa onde foi realizado o estudo de caso. No entanto, foi possível validar o modelo até à respetiva fase e, na Tabela 6.9, apresenta-se a descrição de cada fase com a sua respetiva duração no estudo de caso.

Tabela 6.9 - Duração de cada Fase e Descrição

Fase	Passos de Aplicação	Duração (meses)
1	Caracterização da empresa e dos objetivos, conhecer o cliente da manutenção e caracterização do sistema de manutenção.	2
2	Aplicação das ferramentas de diagnóstico, especificação do valor para o cliente e definição dos trabalhos e objetivos do projeto. Diagnóstico e avaliação no setor de manutenção, com a identificação dos problemas e desperdícios.	2
3	Análise dos problemas identificados com a descrição e identificação das causas raiz e priorização dos problemas identificados	1
4	Geração de sugestões de melhoria, análise de investimento a cada solução com a seleção das adequadas. Desenvolvimento da estratégia de implementação.	1

A fase 1 (recolha de dados e caracterização) e a fase 2 (diagnóstico e avaliação) foram as de maior duração, pois, para a realização de um diagnóstico rigoroso, foi necessário a recolha de inúmeros dados e de informações que não estavam disponíveis. Devido à lacuna de informação e registo incompleto, investiu-se muito tempo na agregação da mesma para a compreensão dos métodos e procedimentos do setor.

A adoção de conceitos e ferramentas de melhoria contínua, em especial a filosofia *lean*, pode levar meses ou até mesmo anos, e é essencial que as empresas não coloquem esforços em ações que parecem críticas, mas que não fornecem ganhos tão significativos. O modelo revelou-se bastante útil, pois permitiu uma análise global aos problemas do setor com a priorização dos mesmos, em que se optou por propostas de melhoria de curta duração e custo, mas que resultam em ganhos rápidos e substanciais. Só desta forma é possível ver a verdadeira autenticidade e vantagens do *lean*, bem como a autossustentabilidade do modelo.

➤ **Ganhos Gerados**

Propuseram-se então dozes soluções distintas para os diversos problemas detetados, soluções essas que geram ganhos que se quantificaram de seguida.

Em relação ao *software* proposto, este apresenta como proposta de valor na gestão da manutenção as seguintes vantagens:

- Redução em 10% de horas extras;
- Aumento da produtividade dos técnicos de manutenção em 15%;
- Redução de 25% dos custos em materiais;
- Aumento de 12% da disponibilidade dos ativos;
- Diminuição de 20% dos custos de manutenção;
- Redução de 8% do impacto ambiental.

Espera-se que, com a implementação deste *software* nesta empresa em específico, os ganhos sejam superiores aos mencionados, pois os problemas prendem-se com a falta de gestão de manutenção realizada e não com a errada forma de gerir a manutenção.

Anteriormente, foi definido que, melhorando as manutenções preventivas, ocorre a redução do índice de corretivas. Sendo assim, com a correta implementação das melhorias propostas e com a sua sistematização, espera-se uma redução de 40% dos custos das preventivas e, conseqüentemente, uma redução de 30% nos custos das corretivas. Estes valores foram estimados tendo em conta os indicadores do número de preventivas e corretivas e o seu respetivo custo associado dos últimos 4 anos.

Com a realização efetiva de uma gestão de *stocks*, criação de um *stock* de peças reserva e criação de um armazém de manutenção, espera-se uma redução significativa do número de pedidos urgentes e a diminuição do tempo médio de entrega, podendo este passar de 40 dias a quase nulo, com a garantia da disponibilidade dos materiais mais críticos. Com a implementação da metodologia 5S + 1 na ferramentaria da manutenção, espera-se um aumento do *score* 5S + 1 de 1,2 valores para 4 valores, o que representa um ganho de 233% na utilização, organização, limpeza, padronização, sistematização e segurança do material.

Por último, o rendimento operacional dos colaboradores subcontratados era, inicialmente, entre 50% e 60%, devido às condições de trabalho inadequadas. Com a implementação destas melhorias, espera-se um aumento do rendimento operacional global de 20%.

7. Conclusões e Trabalhos Futuros

Com o término da persecução pela melhoria contínua na gestão da manutenção, suportada pelo desenvolvimento de um modelo que permite a interligação entre ferramentas, métodos e técnicas de áreas como a qualidade, *lean* e TRIZ, foram retiradas conclusões ao longo de todo o trabalho desenvolvido que serão apresentadas neste capítulo.

Seja qual for o tipo de organização, todas, sem exceção, devem ter um processo de gestão da manutenção, por mais simples que este seja. Essa questão é imperativa para a sobrevivência e expansão das organizações na atual conjuntura económica (Kardec & Júlio, 2009). O setor de manutenção apresentou diversas lacunas que põem em causa a sua eficiência e o correto funcionamento do setor, comprovando a urgente necessidade de inovação e de reestruturação do setor.

Como em todos os estudos realizados, existem sempre desafios a considerar. Um dos maiores desafios foi o facto de a análise efetuada ter sido maioritariamente qualitativa, devido à inexistência de informação que permitisse uma análise quantitativa mais profunda. Isto poderá ter influenciado os resultados, o que era expectável, da mesma forma que outra abordagem ao problema descrito poderia ter proporcionado resultados diferentes.

No geral, os desafios deste modelo prenderam-se sobretudo com as características específicas da atividade. Para alcançar a mudança cultural pretendida, regida pelo *lean*, é necessário um supervisor *lean*, o qual seria responsável por orientar e treinar toda a equipa. Pode-se afirmar também que um dos principais erros que a empresa cometeu e que deveria ser algo já bem definido antes do arranque do estudo, é o investimento na formação no *lean*, de como pode ser aplicado e que benefícios traz às pessoas e à organização.

Os principais problemas encontrados estão relacionados com o modo como a gestão da manutenção é realizada. Verificou-se a existência de todos os tipos de desperdícios e uma urgência em eliminá-los, mas principalmente, da necessidade de reestruturação do setor e dos processos. Sugere-se fortemente que a estrutura do setor seja dividida em gestão da manutenção, engenharia de manutenção (já existente) e execução. Deste modo e através do exercício do *lean*, será possível colmatar os principais problemas da manutenção. Deveria existir, por si só, um projeto que se focasse na formação coletiva dos colaboradores e no estímulo individual de cada um para o desenvolvimento de competências.

Foi verificado também que o ciclo PDCA, apesar de ser uma ferramenta importante no *lean* e que faz parte da ISO 9001:2005, não é utilizado com a devida frequência. Isto deve-se à notável falta de planeamento que consiste na antecipação de situações e na identificação dos meios necessários, que é uma forma segura de eliminar a incerteza associada à manutenção.

A aplicação do *lean* na manutenção deve ser enquadrada e ligada com a sua implementação na produção. É na área operacional, de produção ou serviços, que se encontram as maiores oportunidades

para a aplicação do *lean*, além de que a melhoria contínua só é suportada se ocorrer como um todo na empresa.

O principal fator que constitui a grande limitação deste trabalho foi horizonte temporal para o completo desenvolvimento de todas as fases do modelo, visto que a implementação das ações de melhoria só é alcançada a médio ou longo prazo. Estima-se que se demore cerca de 2 a 3 anos para se atingir a maturidade *lean* e a sistematização da melhoria contínua não existindo, por enquanto, nenhum modelo que permita uma implementação consolidada num prazo mais curto.

O facto de ter sido uma pessoa externa à empresa a realizar este diagnóstico também trouxe vantagens ao setor, inclusive numa melhor aceitação por parte dos colaboradores. Beneficiou-se de uma visão nova que ajudou a revelar rapidamente as verdadeiras fraquezas e as mais críticas, em que se evitou a esfera de influências internas da empresa e os juízos *a priori* sobre as pessoas e os problemas.

Uma constatação interessante neste estudo de caso foi em relação ao aceite dos colaboradores da presença desta observação tão direta aos problemas da atividade. Quando se introduz um projeto que tem como principal objetivo a mudança de mentalidades e formas de trabalho, existe um juízo *a priori* relacionado com a resistência à mudança por parte dos colaboradores. É aconselhado, aos que conduzem o projeto, a sua capacidade de resiliência para as dificuldades que terão de enfrentar devido a este fator. No entanto, neste estudo de caso, com a inclusão de todos os colaboradores e através do levantamento das suas opiniões sob a forma de inquéritos, desde a fase de arranque, proporcionou-se um sentimento global de aceitação e de uma participação ativa para a criação de melhorias.

Foi então possível comprovar, nomeadamente com os gestores, que a inclusão de todos os colaboradores foi um fator chave para a mudança do paradigma vigente. O diagnóstico realizado com os diferentes colaboradores permitiu identificar de forma mais eficaz as fraquezas da gestão da manutenção a nível da estrutura, da mão-de-obra, do produto ou serviço, dos procedimentos e do processo de tratamento de informação. As ferramentas, métodos e técnicas aplicados, também se mostraram como os mais aptos tendo em consideração o estudo de caso.

Com uma correta organização e gestão da manutenção, juntamente com a uniformização e formalização dos procedimentos e práticas de manutenção, os colaboradores terão mais tempo disponível para as atividades de melhoria contínua. Uma contribuição deste estudo de caso, foi esclarecer que promover uma mudança desta dimensão e carácter, é um desafio que necessita de tempo e de apoio da gestão de topo. Durante o tempo disponível foi possível a realização de um diagnóstico bastante abrangente a todo o setor, mas é notável que o modelo é mais bem-sucedido quando é realizado em conjunto e em equipa.

Após a realização de todo o esforço para o início da jornada *lean* no departamento de manutenção, é fulcral que a continuidade do projeto seja cumprida, com a sua inclusão no plano estratégico da empresa. É necessário que o projeto seja transmitido a novas pessoas, não esquecendo a experiência e o *know-how* adquirido. É urgente a formação de todos os colaboradores nesta temática e na contratação de uma equipa completa que auxilie a empresa e departamento na implementação do *lean*.

Referências Bibliográficas

- Al-Jumaili, M., Tretten, P., & Karim, R. (2012). Study of aspects of data quality in e-maintenance. *International journal of COMADEM*, 15(4), 3-14.
- Baluch, N., Abdullah, C., & Mohtar, S. (2012). TPM and *lean* maintenance-A critical review. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business (IJCRB)*, 4(2), 850-857.
- Barberá, L., Crespo, A., Viveros, P. & Stegmaier, R. (2012). Advanced model for maintenance management in a continuous improvement cycle: integration into the business strategy. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 3(1), 47-63.
- Behr, A., Moro, E., & Estabel, L. (2008). Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. *Ciência da informação. Brasília*. Vol. 37, n. 2 (maio/ago. 2008), p. 32-42. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-19652008000200003>>.
- Berger, C. (1993). Kano's methods for understanding customer-defined quality. *Center for quality management journal*, 2(4), 3-36.
- Bezerra, T., Carvalho, M., & Carvalho, I. (2012). Aplicação das ferramentas da qualidade para diagnóstico de melhorias numa empresa de comércio de materiais elétricos. *XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: desenvolvimento sustentável e responsabilidade social: as Contribuições da Engenharia de Produção*. Bento Gonçalves, v. n, 1-14. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STP_158_921_21171.pdf>.
- Bjorling, S., Baglee, D., & Galar, D. (2013). Maintenance knowledge management with fusion of CMMS and CM. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/311844431_Maintenance_Knowledge_Management_with_Fusion_of_CMMS_and_CM>.
- Boavida, R. (2018). *Modelo para geração de inovação sustentável: Utilização conjunta da metodologia TRIZ e da ferramenta Eco-Compass* (Dissertação de Mestrado). Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Brown, P., & Sondalini, M. (2013). Asset Maintenance Management. The Path toward Defect Elimination. The Evolution of Maintenance Practices. *Lifetime Reliability*, p. 1-10. Disponível em: <http://www.lifetime-reliability.com/free-articles/maintenance-management/Evolution_of_Maintenance_Practices.pdf>.
- Cabral, J. (2009). *Gestão da manutenção de equipamentos, instalações e edifícios*. Biblioteca Industria & Serviços, LIDEL, Abril. ISBN: 9789727579709.
- Cabral, J. (1998). *Organização e gestão da manutenção: dos conceitos à prática*. Lidel.
- Cabrita, C., & Cardoso, A. (2015). Conceitos e definições de falha e avaria nas normas portuguesas de manutenção NP EN 13306: 2007 e NP EN 15341: 2009. *Revista Manutenção*, 125, p.4-9. Disponível em: <http://revistamanutencao.pt/PDF/125/AC_M125.pdf>.
- Campbell, J., & Jardine, A. (2001). *Maintenance excellence: optimizing equipment life-cycle decisions*. CRC Press.
- Campos, M., & Márquez, A. (2009). Review, classification and comparative analysis of maintenance management models. *Journal of Automation Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 3, 110-115.
- Campos, M., Fernández, J., Díaz, V., & Márquez, A. (2010). A new maintenance management model expressed in UML reliability, risk and safety: theory and applications. *Briš GS, Martorell (eds) Taylor & Francis Group, London*.
- Campos, M., & Márquez, A. (2011). Modelling a maintenance management framework based on PAS 55 standard. *Quality and Reliability Engineering International*, 27(6), p. 805-820. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/qre.1168>>.

- Carnaghan, C. (2006). Business process modeling approaches in the context of process level audit risk assessment: An analysis and comparison. *International Journal of Accounting Information Systems*, 7(2), 170-204. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.accinf.2005.10.005>>.
- Chan, F., Lau, H., Ip, R., & Chan, H. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International journal of production economics*, 95(1), 71-94.
- Chong, K., Whee, H., & Cheng, B. (2015). Paired-cell overlapping loops of cards with authorization simulation in job shop environment. *International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering*, 15(3), 68-73.
- Coimbra, F. (2017). *Proposta de melhoria do programa Lean numa empresa de serviços* (Dissertação de Mestrado). Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Couto, L. (2011). *Gestão Lean da manutenção aplicada a equipamentos de transporte de granéis sólidos* (Dissertação de Mestrado). Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Cunha, O. (2012). *Implementação da metodologia 5S e análise de Tempos e Métodos numa linha de montagem de carroçarias* (Dissertação de Mestrado). Universidade de Coimbra – Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- De Treville, S., & Antonakis, J. (2006). Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. *Journal of Operations Management*, 24(2), 99-123.
- Dhillon, B. (2002). *Engineering maintenance: a modern approach*. cRc press.
- Dias, Í. (2015). *Aplicação de Técnicas de Fiabilidade e Gestão de Manutenção numa Linha de Tratamento de Frigoríficos em Fim de Vida: Caso de Estudo Recielectric* (Dissertação de Mestrado). Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Didelet, F., & Viegas, J. (2003) *Planeamento da Manutenção*. Disponível em: <<http://todi.est.ips.pt/jviegas/private/FplanManut1.pdf>>.
- Drucker, P. (2009). If you can't measure it, you can't manage it. *MarketCulture Blog*, 2015.
- Duffuaa, S., Raouf, A., & Campbell, J. (2000). Planning and control of maintenance systems. *Wiley and Sons*, 31-32.
- Emiliani, B. (2008). *Real Lean: The Keys to Sustaining Lean Management. Volume Three*. Center for Lean Business Management.
- Faccio, M., Persona, A., Sgarbossa, F., & Zanin, G. (2014). Industrial maintenance policy development: A quantitative framework. *International Journal of Production Economics*, 147, 85-93. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.08.018>>.
- Farinha, J. (1997). *Manutenção das instalações e equipamentos hospitalares: uma abordagem terológica*. ISBN: 9728318162.
- Ferreira, L. (1998). *Uma introdução à manutenção*. Publindústria. ISBN: 9789729579448.
- Ferreira, F., & Goes, R. (2015) Desafios na implantação da gestão da manutenção. *Manutenção*, vol. 126/127, p. 4-9. Disponível em: <<http://revistamanutencao.pt/PDF/126/AC1.pdf>>.
- Filipe, E. (2014). *Gestão de manutenção de uma empresa gráfica* (Dissertação de Mestrado). Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- Frazão, M. (2014). *Sistematização das atividades de manutenção para uma instituição de solidariedade social* (Dissertação de Mestrado). Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Gonçalves, J. (2017). *Beyond Lean and the Working Environment* (Dissertação de Mestrado). Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Gonçalves, C. (2014). *Gestão da Manutenção em edifícios: Modelos para uma abordagem LARG (Lean, Agile, Resilient e Green)* (Dissertação de Doutoramento). Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Hargadon, A., & Sutton, R. (1996). *Brainstorming Groups in Context: Effectiveness in a Product Design*

- Firm. *Administrative science quarterly*, 41(4), 685-718. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/2393872>>.
- Hassanain, M., Froese, T., & Vanier, D. (2001). Development of a maintenance management model based on IAI standards. *Artificial Intelligence in Engineering*, 15(2), 177-193.
- Heisler, R. (2003). Planning and Scheduling in a *lean* maintenance environment. *Life Cycle Engineering*. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/195176833/Lean-Planning-and-Scheduling>>.
- Jasiulewicz-Kaczmarek, M., & Piechowski, M. (2015). Improvement of the process of information management in maintenance-a case study. *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 795, pp. 99-106). Trans Tech Publications. Disponível em: <<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.795.99>>.
- Justa, M. (2015). *A Atividade de Manutenção como Estratégia de Vantagem Competitiva*. Disponível em: <<https://marcelojusta.blogspot.com/2015/08/a-atividade-de-manutencao-como.html>>.
- Kano, N. (1984). Attractive Quality and Must-be Quality, Hinshitsu. *The Journal of the Japanese Society for Quality Control*, 39-48.
- Kans, M. (2013). IT practices within maintenance from a systems perspective: Study of IT utilisation within firms in Sweden. *Journal of manufacturing technology management*, 24(5), 768-791. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/17410381311328007>>.
- Kardec, A., & Júlio N. (2009). *Manutenção-função estratégica*. Qualitymark Editora Ltda.
- Khazraei, K., & Deuse, J. (2011). A strategic standpoint on maintenance taxonomy. *Journal of Facilities Management*, 9(2), 96-113. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/14725961111128452>>.
- Kobbacy, K., & Murthy, D. (Eds.). (2008). *Complex system maintenance handbook*. Springer Science & Business Media. ISBN: 9781848000100.
- Kumar, U., & Tretten, P. (2014). Enhancing the usability of maintenance data management systems. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 20(3), p. 290-303. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/JQME-05-2014-0032>>.
- Liker, J. (2005). *The Toyota Way*. Esensi.
- Lima, L., Junior, G., Mendes, P., & Munhoz, J. (2012). A satisfação do mantenedor na área industrial: O caso em uma indústria frigorífica. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 757-769. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/901>>.
- López-Campos, M., Cannella, S., & Bruccoleri, M. (2014). E-Maintenance platform: a business process modelling approach. *Dyna*, 81(183), 31-39. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v81n183.20615>>.
- Manusis 4.0 (2019). *Gestão eficiente, alta performance, em uma única plataforma*. Disponível em: <<http://manusis4.com/pt/conheca-nosso-software/>>.
- Marques, J. (2014). *Aplicação da Metodologia TRIZ e da Manutenção Autônoma em Atividades de Manutenção Industrial* (Dissertação de Mestrado). Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Márquez, A. (2007). *The maintenance management framework: models and methods for complex systems maintenance*. Springer Science & Business Media.
- Matzler, K., Bailom, F., Hinterhuber, H., & Renzi, B. (2004). The asymmetric relationship between attribute-level performance and overall customer satisfaction: a reconsideration of the importance-performance analysis. *Industrial marketing management*, 33(4), 271-277.
- Meireles, M. (2001). Ferramentas administrativas para identificar observar e analisar problemas (Vol. 2). *Arte & Ciência*. ISBN: 9788574730530.
- Min, K. (2008). Automation and control systems technology in korean shipbuilding industry: the state of the art and the future perspectives. *IFAC Proceedings Volumes*, 41(2), 7185-7190. Disponível em: <<https://doi.org/10.3182/20080706-5-KR-1001.01216>>.
- Moreira, E. (2018). Guia de Notações e Modelagem de Processos (Poder Executivo). *EPROC – Escritório de gestão de processos*. Disponível em: <<http://www.eproc.sc.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/Guia-BPMN.pdf>>.

- Mostafa, S., Dumrak, J., & Soltan, H. (2015). *Lean maintenance roadmap*. *Procedia Manufacturing*, 2, 434-444. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.076>>.
- Moubray, J. (2001). *Reliability-centered maintenance*. Industrial Press Inc. ISBN: 9780831130787.
- Nakajima, S. (1989). *TPM development program: implementing total productive maintenance*. Productivity press.
- Navas, H. (2013). TRIZ: design problem solving with systematic innovation. *Advances in industrial design engineering*. Rijeka, Croatia, InTech, 75-97. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5772/55979>>.
- Neto, S., & Takaoka, H. (2010). *Utilização do Modelo Kano para classificar importância de funcionalidades em ambientes virtuais de aprendizagem*.
- NP EN 13306:2007. *Manutenção – Terminologia da Manutenção*. Instituto Português da Qualidade. 2007.
- NP EN 15341:2009. *Manutenção – Indicadores de Desempenho da Manutenção*. Instituto Português da Qualidade. 2009.
- NP X60-010. *Maintenance – Concepts and definitions of maintenance activities*. AFNOR. 1994.
- Ohno, T. (1997). *O sistema Toyota de produção além da produção*. Bookman. ISBN: 9798573071701.
- Oliveira, L. (2017). Innovating with the matrix GUT applied in one platform of services. *European journal of Business and Social Sciences*, 65-75.
- Pereira, Z., & Requeijo, J. (2008). *Qualidade: Planeamento e controlo estatístico de processos*. Co-edição da Fundação da FCT/UNL e da Editora Prefácio, Lisboa. ISBN: 9789898022652.
- Peterson, J., & Smith, R. (1998). *O Guia de Bolso do 5S*. ISBN: 0527763381.
- Pintelon, L., & Gelders, L. (1992). Maintenance management decision making. *European Journal of Operational Research*, 58(3), 301-317.
- Pintelon, L., & Van Wassenhove, L. (1990). A maintenance management tool. *Omega*, 18(1), 59-70.
- Pinto, C. (2002). *Organização e gestão da manutenção*. ISBN: 9789729413391.
- Pinto, J. (2013). *Manutenção Lean*. Lisboa: Lidel, Edições técnicas. ISBN: 9789727578771.
- Pramod, V., Devadasan, S., Muthu, S., Jagathyraj, G., & Moorthy D. (2006). Integrating TPM and QFD for improving quality in maintenance engineering. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 12(2), 150-171.
- Riis, J., Luxhoj, J., & Thorsteinsson, U. (1997). A situational maintenance model. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 14(4), 349-366.
- Sauerwein, E., Bailom, F., Matzler, K., & Hinterhuber, H. (1996). The Kano model: How to delight your customers. In *International Working Seminar on Production Economics* (Vol. 1, No. 4, pp. 313-327). Innsbruck.
- Shehan, B. (2019). *Agile: Scrum, Kanban & Scrumban*. Disponível em: < <https://medium.com/@shehanb/agile-scrum-kanban-scrumban-cheatsheet-sprint-artifacts-ceremonies-software-jira-trello-scrumage-pmbok-e669d5dbf6f3>>.
- Silva, M. (2014). *Abordagem Lean à gestão da manutenção e energia de uma indústria de bebidas: caso prático Sumol+ Compal* (Dissertação de Mestrado). Instituto Politécnico de Coimbra – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- Smith, D. (2017). *Reliability, maintainability and risk: practical methods for engineers*. Butterworth-Heinemann. ISBN: 9780081020104.
- Smith, R., & Hawkins, B. (2004). *Lean maintenance: reduce costs, improve quality, and increase market share*. Elsevier. ISBN: 9780080478906.
- Söderholm, P., Holmgren, M., & Klefsjö, B. (2007). A process view of maintenance and its stakeholders. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 13(1), 19-32.
- Sokovic, M., Pavletic, D., & Pipan, K. (2010). Quality improvement methodologies–PDCA cycle, RADAR

- matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of achievements in materials and manufacturing engineering*, 43(1), 476-483. Disponível em: <http://pdfs.semanticscholar.org/e348/8a24ab1197670544b4e08dc6173f396_eada9.pdf>.
- Souris, J. (1992). *Manutenção industrial: custo ou benefício*. Lidel. ISBN: 9729018251.
- Sundar, R., Balaji, A., & Kumar, R. (2014). A review on *lean* manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875-1885. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>>.
- Tsang, A., Jardine, A., & Kolodny, H. (1999). Measuring maintenance performance: a holistic approach. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(7), 691-715.
- Vanneste, S., & Van Wassenhove, L. (1995). An integrated and structured approach to improve maintenance. *European Journal of Operational Research*, 82(2), 241-257.
- Varela, R., Murphy, H., & van der Linden, M. (2017). Shipbuilding and ship repair workers around the world: case studies 1950-2010. *Amsterdam University Press*. ISBN: 9789462981157.
- Vinhas, R. (2007). *Gestão da manutenção de equipamentos de laboratório: uma estratégia para melhoria do desempenho da atividade de pesquisa em uma instituição de CeT em saúde* (Dissertação de Mestrado). Fundação Oswaldo Cruz.
- Violante, M., & Vezzetti, E. (2017). Kano qualitative vs quantitative approaches: An assessment framework for products attributes analysis. *Computers in Industry*, 86, 15-25.
- Werkema, M. (2004). *Criando a cultura seis sigma*. Werkema Editora. ISBN: 9788598582016.
- Womack, J., & Jones, D. (1997). *Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation*. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148-1148.
- Yang, G. (2007). *Life cycle reliability engineering*. John Wiley & Sons.
- Zimmermann, H. (2000). An application-oriented view of modeling uncertainty. *European Journal of operational research*, 122(2), 190-198. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00228-3](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00228-3)>.

Anexos

Anexo A: Tabela Sugestão de Melhorias

Tabela A.1 - Tabela de Sugestões de Melhoria

SUGESTÕES DE MELHORIA E OBJETIVOS 2018	PESSOAS	EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	MÉTODOS	INDICADORES CHAVE (KPI)	INFORMAÇÃO/ COMUNICAÇÃO
SEGURANÇA DE PESSOAS E INSTALAÇÕES	Ações de formação e de sensibilização. Realizar questionários no âmbito da segurança	Criar instruções de segurança para as várias atividades. Ter ferramentas adequadas	Análise de materiais mais eficientes. Atualizar fichas técnicas e certificados	Criar instruções e standards de trabalho. Utilizar o Método da Folha A3 (lean)	Utilização de Diagramas de Pareto por equipamento ou tarefa a realizar	Maior divulgação de informação nos locais. Reunião mensal com objetivos concretos.
PROTEÇÃO DO MEIO AMBIENTE	Ações de formação e de sensibilização. Melhorar espaços verdes e limpeza	Sensibilização contínua para boa utilização. Realizar checklist de limpeza e arrumação	Especificar materiais mais ecológicos e equipamentos mais eficientes	Introduzir nas ordens do SAP os cuidados a ter do ponto vista ambiental	Consumo de água por HH equivalentes e nº de derrames	Maior divulgação de informação nos locais. Reunião mensal com objetivos concretos.
REDUÇÃO DE CUSTOS DE MANUTENÇÃO	Cumprimento dos horários. Reduzir tempos de espera. Otimização de tarefas	Aumentar eficiência e disponibilidade do equipamento. Utilização racional	Especificações adequadas. Análise atempada. Qualidade e normalização materiais	Otimizar e sistematizar processos manutenção. Reformulação do plano em função da produção	Custo manutenção por equipamento ou tarefa. Diagrama de Pareto dos Principais custos.	Comunicação regular. Divulgação regular de resultados a todos os envolvidos (clientes)
REDUÇÃO DOS TEMPOS DE INTERVENÇÃO	Melhor formação técnica. Minimizar as tarefas. Preparar pré-inspeções (preventivas)	Ferramentas adequadas. Disponibilidade para revisões programadas nos tempos previstos	Entrega de materiais a tempo por identificação dos mesmos em pré-inspeções	Agrupar conjuntos por tipos. Planeamento por tipo de intervenção, com base na experiência.	Tempos de intervenção dados pelos técnicos, e indisponibilidade do equipamento	Divulgação regular de resultados. Programar com utilizadores intervenções (semanal)
REDUÇÃO DO STOCK DE MATERIAIS	Divulgação da lista atualizada de stocks por equipamento	Padronização de materiais, e introduzir matérias nas ordens do SAP ao equipamento	Melhor qualidade e eficiência na avaliação de materiais. Melhor utilização (sensibilizar)	Estabelecer critérios de seleção de materiais. Análise regular de stocks mínimos	Taxa de rotação de existências e ruturas. Manter atualizada lista de stocks	Divulgar listas atuais com o armazém e próprias da manutenção
COMUNICAÇÃO COM CLIENTES	Planeamento em conjunto com o cliente. Respeitar o acordado e melhorar a comunicação	Antecipar o diagnóstico e manter informado clientes, mais canais de comunicação	Solicitar listagens de equipamentos com problemas e analisar em conjunto medidas	Utilizar emails, comunicações e alertas automáticos do SAP. Melhorar protocolos	Avaliação de satisfação do cliente por equipamento e tempo de assinatura de OT	Reuniões regulares com clientes para feedback da manutenção e sensibilização
COMUNICAÇÃO COM FORNECEDORES	Alinhamento da visão e missão de excelência a partilhar com a organização	Manter listas atualizadas. Alertar para novas tecnologias ou melhorias	Trabalhar com especificações atualizadas	Melhorar informação disponível no SAP, à saída para compra de materiais	Avaliar tempos de resposta e avaliações específicas por atividade	Comunicação via email regular e sistemática
MELHORIA DA QUALIDADE DE SERVIÇO	Formação contínua e sensibilização. Expor informação. Aumentar competências.	Manter esquemas e cadernos atualizados. Análise de intervenções por equipamento	Estudar adequabilidade de materiais. Reduzir prazos de entrega. Registo de Materiais SAP	Metodologia lean, aperfeiçoar métodos. Eliminar períodos não produtivos	Inquéritos mais detalhados, e nº horas de indisponibilidade equipamentos principais	Melhorar canais de comunicação entre quadros, chefias e executantes
REDUÇÃO DE ERROS E FALHAS	Sensibilização, padronização e ter standards de tarefas, maior responsabilização.	Instruções afixadas nas máquinas + inspeções. Formalizar standards com utilizadores	Aumentar qualidade do material. Especificar o material pretendido e com certificação	Aplicar diagrama de Pareto. Criar atandards. Análise de falha e técnica do sistema	Taxas de avarias dos subsistemas. Melhorar indicadores por máquina	Comunicar regularmente informação para utilizadores
REDUÇÃO DE MANUTENÇÕES PREVENTIVAS	Antecipação de avarias (predição). Manutenção condicionada. Auto manutenção	Rever planos MPS e MCS. Diagnósticos prévios. Melhores ferramentas. Sistemas monitorização	Aumentar qualidade do material e tempo de esera de entrega de materiais	Análise falha das incidências do ponto vista técnico com resultados práticos	Relação entre preventivas e curativas por equipamento	Antecipação com utilizadores de revisões
SENSIBILIZAÇÃO E RESPONSABILIZAÇÃO DOS UTILIZADORES	Conceito de manutibilidade (Auto manutenção). Aplicação de TPM	Formação contínua e sensibilização. Expor informação. Aumentar competências	Formação contínua e sensibilização. Expor informação. Aumentar competências	Aplicar recomendações da norma AFNOR e métodos de comunicação lean	Agrupar indicadores por área	Comunicar regularmente informação para utilizadores
OUTRAS	Formação + técnica na Solisform (escola de formação)	Otimização dos recursos humanos disponíveis	Realizar efetiva gestão de stocks	Métodos lean	Indicadores de custos de manutenção	Sistemas de comunicação via SAP (emails), SMS

Anexo B: *Project Charter* em A3 para apresentação do projeto

Project Charter no âmbito do Estágio Curricular para o desenvolvimento da Dissertação de Mestrado							
Nome do Projeto		Aplicação da Filosofia <i>Lean</i> no Setor de Manutenção		Início	25/02/2019	Fim	30/08/2019
Empresa/Departamento							
Objetivo do Projeto			Restrições e Pressupostos				
Implementação da filosofia <i>lean</i> , com a realização de um diagnóstico do atual estado do setor, através da utilização de ferramentas, métodos e técnicas reconhecidas, e que visam apoiar a tomada de decisão para a implementação de melhorias, tendo em conta o valor definido pelo cliente da manutenção.			A restrição mais significativa prende-se com o facto de o projeto ter uma duração reduzida, aproximadamente 6 meses, pelo que o modelo irá ser desenvolvido até a Fase 4. Está-se a considerar o pressuposto que o cliente da manutenção se restringe ao setor dos tubos (seria inexequível avaliar os requisitos e necessidades de todos os clientes da manutenção)				
Âmbito do Projeto			Metodologia utilizada				
Em 2018 a empresa começou um projeto interno no setor para a aplicação da filosofia <i>lean</i> nas atividades de manutenção, em, que iniciou a definição de objetivos juntamente com a gestão de topo.			Para o sucesso deste projeto foi criado um modelo que fornece diretrizes para a implementação bem sucedida do <i>lean</i> na gestão de manutenção. Este modelo foi baseado em outros existentes, e está dividido em fases bem definidas, em que integra os sete princípios do <i>lean</i> ao longo da sua execução. Neste Projeto é expectável que se atinja o modelo até a Fase 4.				
Descrição do Problema			Equipa		Diagrama de Gantt (Cronograma)		
É necessário uma abordagem global aos problemas da empresa, livre de juízos <i>a priori</i> e realizado por pessoas fora da esfera de influências internas da empresa. Foram encontrados os seguintes problemas no setor cliente: tempo de reparação elevado e falta de <i>stock</i> /material.			Eng. [Redacted] - Coordenador Principal do Projeto - Eng. [Redacted] - Coordenador do Projeto - Prof. Helena Navas - Supervisora Global - Maria Ana Carvalho - Elemento <i>Pivot</i> -				
Objetivos a cumprir							
<ul style="list-style-type: none">Implementação de um Sistema de Gestão de <i>stocks</i> na manutençãoMelhorar os planeamentos existentes das Manutenções através da sua padronizaçãoCorreção da definição de Manutenção Curativa e CorretivaGarantir um maior controlo e Supervisão técnica das ManutençõesDefinição correta do nível de manutençãoGarantir a Qualidade de execução do Serviço de Manutenção							

Figura B.1 - *Project Charter* em A3 para apresentação do projeto

Anexo C: BPMN das Manutenções Preventivas

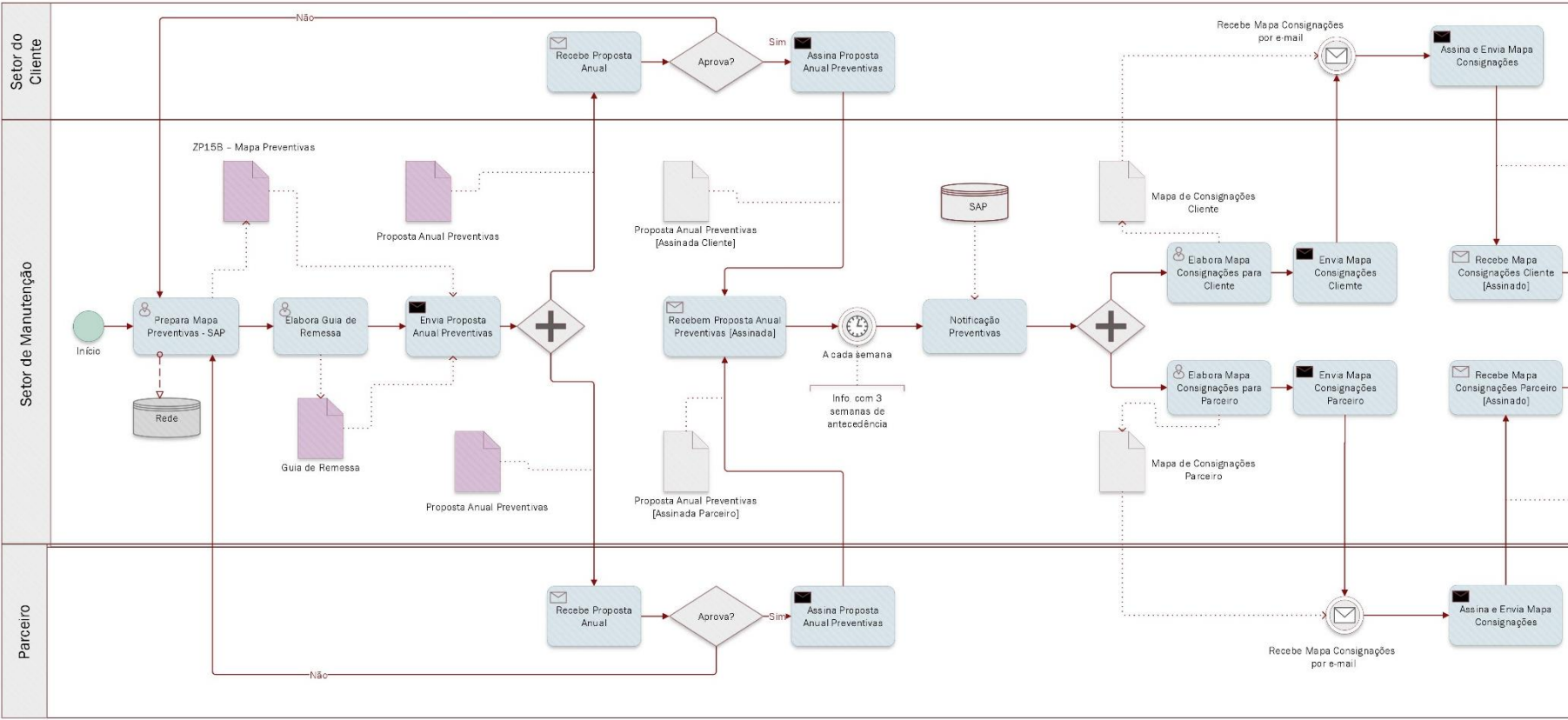


Figura C.1 - BPMN das Manutenções Preventivas

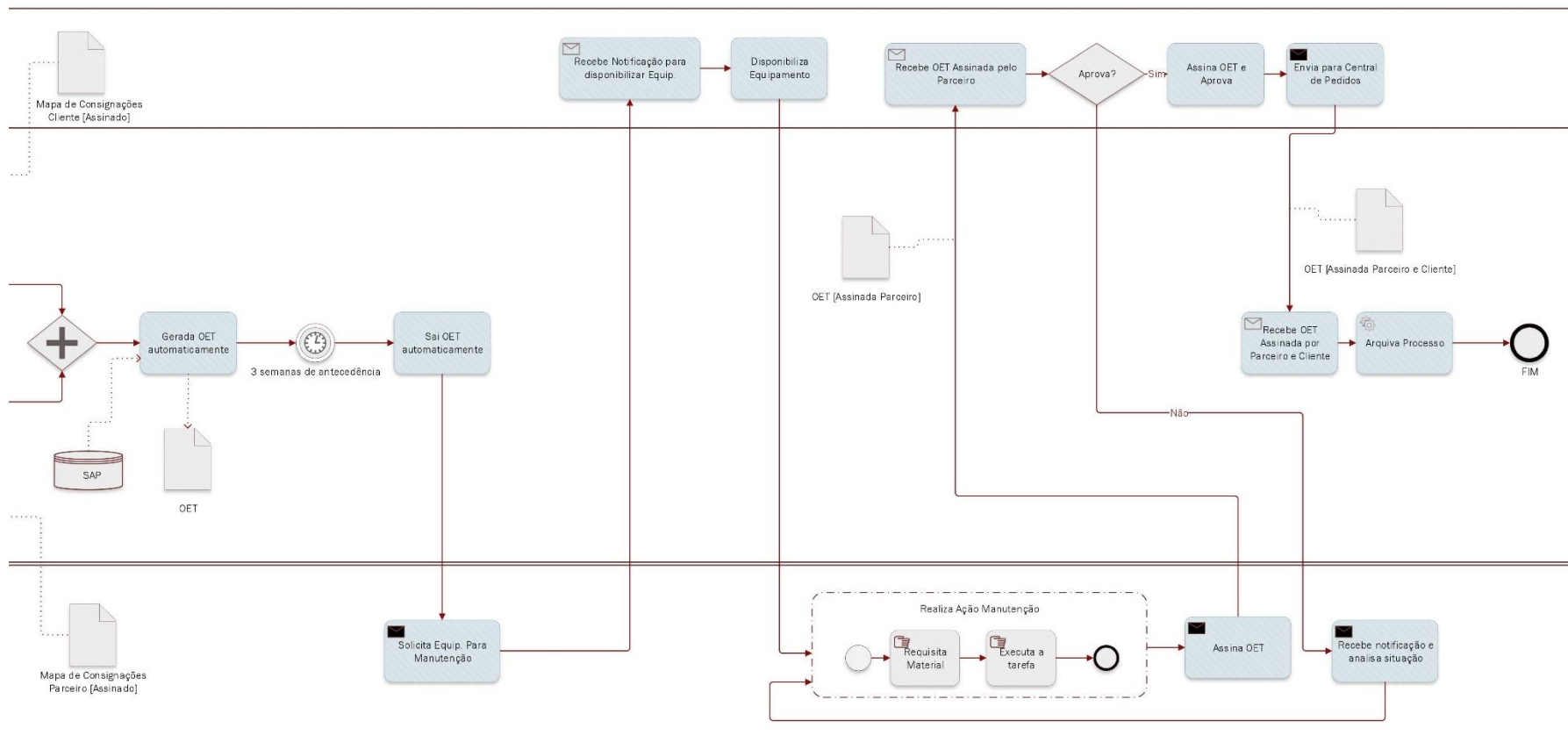


Figura C.1 - BPMN das Manutenções Preventivas (continuação)

Anexo D: Atual Procedimento Manutenções Preventivas

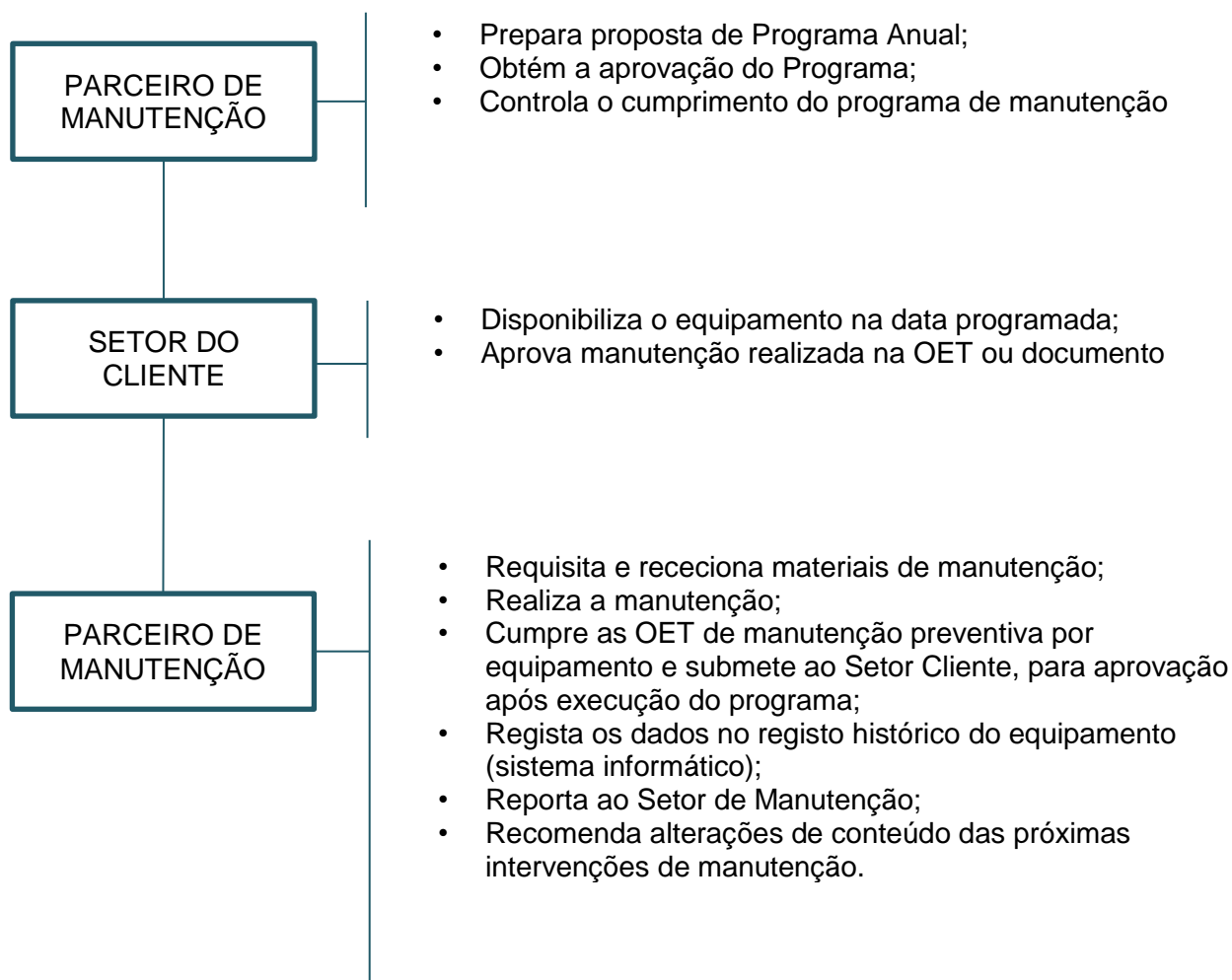


Figura D.1 - Atual procedimento das Manutenções Preventivas

Anexo E: Evolução dos Indicadores do setor no ano 2018

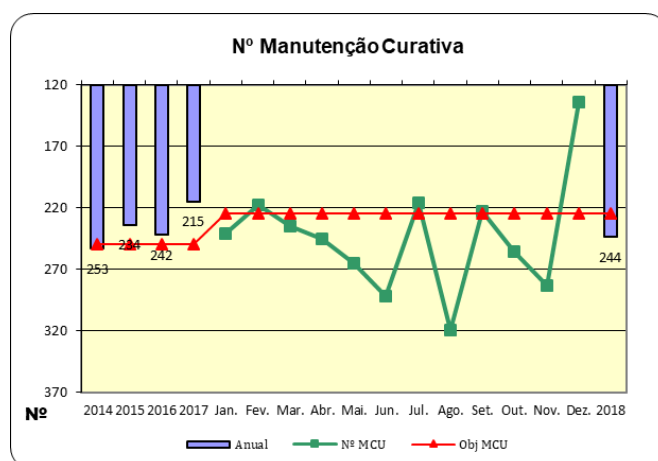


Figura E.1 - Indicador MCU

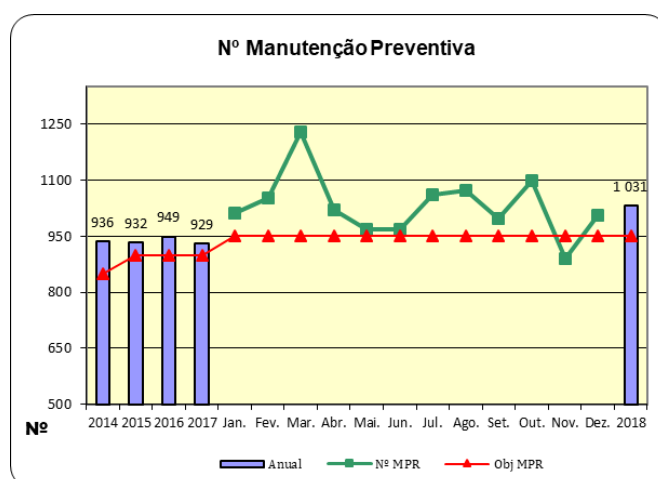


Figura E.2 - Indicador MPR

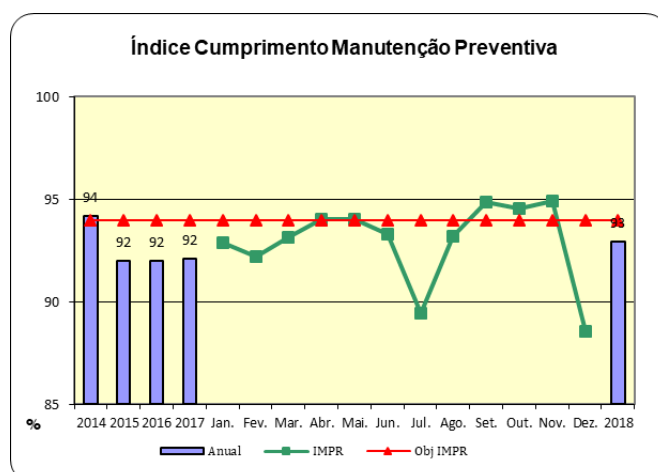


Figura E.3 - Indicador IMPR

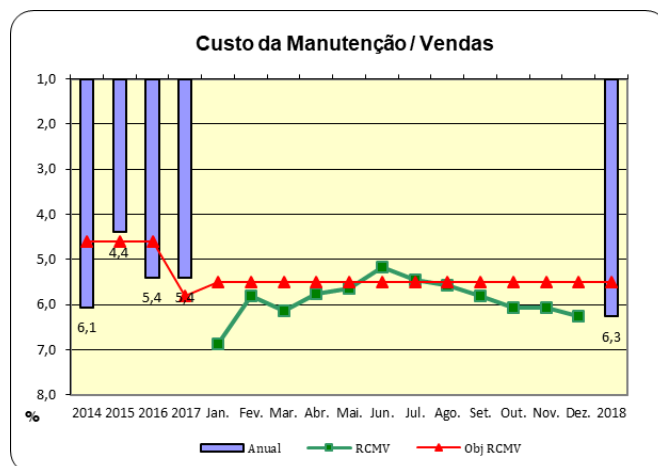


Figura E.4 - Indicador RCMV

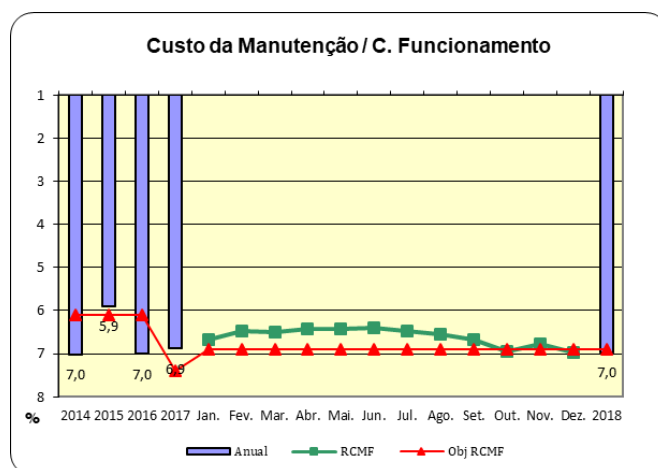


Figura E.5 - Indicador RCMF

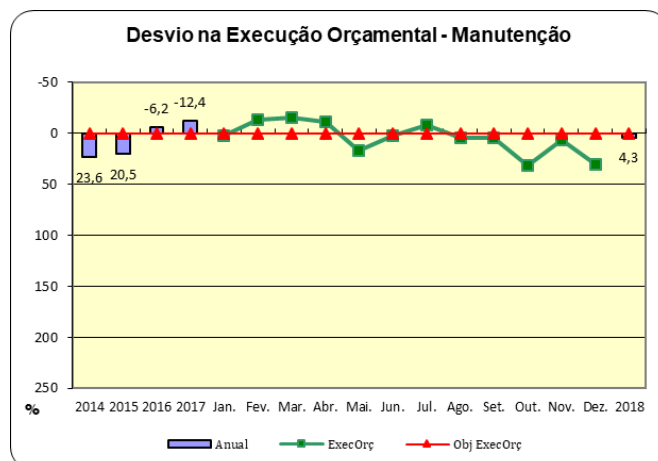


Figura E.6 - Indicador EO

Anexo F: Checklist para Auditoria 5S + 1 em Armazém

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 20%;"></div> <div style="width: 40%;">CHECKLIST AUDITORIA 5S + 1</div> <div style="width: 20%;">Nº: _____</div> <div style="width: 20%;">Versão 1</div> </div>			Score: 1 - Não se aplica 2 - Aplica-se mas pouco 3 - Aplica-se mas não sistematicamente 4 - Aplica-se de forma sistemática 5 - Aplica-se e há capacidade para manter	
Setor: _____ Armazém: _____ Auditores: _____ Data: ____/____/____ Elaborado por: _____				
1 S	#	Descrição	Score	
Sort Utilização	1	Não existem materiais ou objetos desnecessários.		
	2	Não existem materiais que não pertencem ao armazém.		
	3	Não existe excesso de materiais.		
	4	Os equipamentos e materiais existentes são utilizados.		
	5	Não existem materiais obsoletos ou danificados.		
			MÉDIA	
2 S	#	Descrição	Score	
Set in Order Organização	6	Existe capacidade e local para todos os materiais e itens.		
	7	Os materiais estão organizados.		
	8	Os materiais estão identificados.		
	9	Todos os materiais ou utensílios estão acondicionados em local e de forma adequada (livres de deterioração, oxidação, humidade, quedas).		
	10	As áreas de trânsito estão desobstruídas e não existem materiais espalhados nos corredores.		
	11	Não existe material que não obedeça ao armazenamento na altura máxima estabelecida.		
	12	Os arquivos e documentos estão organizados.		
	13	De modo geral, a área encontra-se organizada visualmente.		
			MÉDIA	
3 S	#	Descrição	Score	
Shine Limpeza	14	Os materiais estão limpos, livres de resíduos e em bom estado de conservação.		
	15	Existe <i>checklist</i> de limpeza e respetivos calendários para a área.		
	16	Não existe lixo, em geral, espalhado pelo chão.		
	17	Os métodos de limpeza são adequados e os processos estão preparados.		
	18	Os locais de informação e quadros de aviso estão limpos.		
			MÉDIA	
4 S	#	Descrição	Score	
Standardize Padronização	19	Existem procedimentos padrão visíveis e de fácil compreensão para a requisição dos materiais.		
	20	O <i>checklist</i> de limpeza do setor contempla padronização, responsáveis e frequência.		
	21	Existe tabela de atribuições e responsáveis para o 5 S + 1.		
	22	Existe controlo visual implementado no armazém.		
	23	Na mudança de turno, o padrão de organização mantém-se.		
	24	Existe formulário de auditorias no armazém.		
				MÉDIA
5 S	#	Descrição	Score	
Systematize Sistematização	25	As tarefas são desempenhadas conforme planeadas.		
	26	Todos conhecem e cumprem as normas estabelecidas.		
	27	Existem revisão periódica das condições do armazém.		
	28	Existe calendários, agendamentos e atribuições de responsabilidade de locais definidos.		
	29	Todos conhecem os padrões 5S e o seu propósito, além de serem treinados em procedimentos e práticas fundamentais.		
	30	Todos os procedimentos são regularmente atualizados e revistos.		
	31	A informação é de fácil compreensão e legível.		
			MÉDIA	
6 S	#	Descrição	Score	
Security Segurança	32	São praticadas as normas de segurança.		
	33	As áreas de trabalho têm sistemas de aviso (simbologia) de perigo e instruções de trabalho seguras.		
	34	Não existem materiais suscetíveis de queda.		
	35	Não existem potenciais perigos desnecessários.		
	36	Existe um procedimento para casos de emergência e é conhecido por todos os trabalhadores.		
			MÉDIA	

Maria Ana Carvalho | Junho 2019

Figura F.1 - Checklist para Auditoria 5S + 1 em Armazém

Anexo G: Descrição dos Problemas Identificados

Tabela G.1 - Descrição dos problemas identificados

#	Problema	Ferramenta	Descrição
1	Reuniões de Longa Duração	5 Porquês	Para uma semana de trabalho (Segunda a Domingo) estão programadas 9h15m de reuniões (incluindo reuniões de investimentos). Na realidade, estas reuniões, por semana, estão a durar em média 11h30m. Considerando que uma semana de trabalho normal tem a duração de 40h, estas reuniões estão a ocupar cerca de 30% do tempo de trabalho efetivo em média por colaborador. A temática das reuniões também não é a mais adequada, tal como a abordagem feita nas mesmas. São reuniões em que de tudo se aborda, mas nada se decide. Através da observação direta verificou-se também um desperdício de tempo, como por exemplo, o tempo perdido a discutir o estado do trabalho de uma determinada ação, quando esta é da responsabilidade de apenas de uma parte dos membros da reunião
2	Definição errada de Manutenção Curativa	-	A atual definição de manutenção curativa no setor é a seguinte: "A manutenção curativa é feita, aquando da ocorrência de avaria, ou aquando da suspeita ou risco de avaria eminente verificada nos diferentes equipamentos nomeadamente os equipamentos da movimentação." Esta definição é claramente a definição de uma manutenção corretiva, um tipo de manutenção não planeada.
3	Inexistência de KPI adequados	-	Como já foi referido, a manutenção necessita de novos indicadores que possibilitem a medição do estado do sistema. Os indicadores que atualmente existem não são os melhores para a medição dos níveis operacionais e económicos.
4	Colaboradores com pouca Formação	-	Os colaboradores do departamento afirmam que há pouco investimento na sua formação contínua e que gostariam de receber formação mais adequada e específica, aos tipos de trabalho do setor.
5	Falta de colaboradores qualificados	Diag. Ishikawa	Existem de momento poucos recursos humanos no setor especializados. É necessário mais colaboradores, mas o mercado atual carece dessa mão-de-obra qualificada.
6	Falta de um sistema adequado de comunicação	-	O departamento não conta com um sistema de comunicação eficaz, muito potenciado pela inexistência de um <i>software</i> de gestão da manutenção. A falta de comunicação ocorre tanto dentro do departamento como deste para os restantes. Isto causa, naturalmente, bastante incerteza na informação. Existem falhas relativamente à informação sobre os trabalhos a serem executados, na troca de turno mas também ocorre entre gestores sobre decisões efetuadas e que não são comunicadas à restante equipa.
7	Falta de organização	Diag. Ishikawa	Este problema abrange uma série de parâmetros. Desde a organização de informação, ficheiros, cadernos de máquinas até à organização das equipas. As oficinas e armazém contam também com falta de organização, devido à desarrumação existente. Uma das causas principais para este problema é a falta de comunicação.
8	Estrutura do departamento desadequada	-	No organograma do departamento mostra claramente a desorganização do departamento e a falta de equipas estabelecidas. O departamento da manutenção está genericamente dividido por parceiros e por áreas, o que provoca uma grande entropia para a distribuição de tarefas.
9	Informação com demasiada incerteza associada	-	Ocorrem lacunas de informação, há falta de informação atual e antiga, os procedimentos por serem muito burocráticos impedem que a informação seja transmitida por inteiro. Existem conflitos de informações e também falta de informação que impeça a medição de parâmetros e de indicadores.

Tabela G.1 - Descrição dos problemas identificados (continuação)

10	Condições das oficinas desadequadas aos trabalhos a executar	5 Porquês	Os colaboradores apontam o facto de estas serem antigas, de estarem desorganizadas e de não oferecerem as condições necessárias para a execução dos trabalhos específicos e exigentes da atividade. Não têm o material e ferramentas necessárias disponíveis para a realização destes trabalhos. Os colaboradores são obrigados a realizarem a requisição do material, que muitas vezes não se encontra em condições de pronta utilização além de demorar demasiado tempo esta requisição. Os colaboradores perdem mais tempo a prepararem as condições para executar o trabalho que a realizá-lo.
11	Processos muito burocráticos	-	Não existe um sistema automático para a aprovação de trabalhos a executar. É necessário a assinatura de todos os intervenientes o que provoca, além de um custo elevado em papel, um elevado tempo de espera e perdido em assinaturas. As informações relevantes estão em papel, pelo que, caso ocorra algum problema, corre-se o risco de perder essa informação, além de o seu acesso não ser facilitado e demorado.
12	Histórico inexistente e desatualizado	-	Os cadernos de máquinas têm falta de documentação e de informação. Não existe um histórico de avarias para fácil análise, de <i>stock</i> existente, etc.. Isto impede a realização de análises, de verificação de lacunas e de oportunidades de melhoria, do planeamento de intervenções, da criação de indicadores, etc..
13	Colaboradores com falta de motivação	5 Porquês	Além de serem sobrecarregados pelo facto de existirem poucos no departamento, esta falta de motivação é potenciada pela falta de organização, comunicação mas, principalmente, pela falta de condições da oficina.
14	Inexistência de um Mapa de Fluxo de Valor das Manu. Preventivas	-	Reforçando novamente este ponto, foi necessário realizar um Mapeamento do fluxo de valor das Manu. Preventivas por forma a descobrir os pontos fracos das mesmas. Foi então identificado como principal melhoria a realizar, a necessidade de um maior controlo e supervisão das mesmas. Ao longo de todo o processo não há um controlo intermédio, pelo que este só ocorre no final e não é o mais adequado (índice de preventivas).
15	Folha de Trabalho (Preventivas) apenas com <i>checklist</i>	-	Quando analisada qualquer Folha de Trabalho de uma Preventiva (seja ela anual, semestral, etc..), é imediatamente notada a existência de uma <i>checklist</i> . Para se garantir a qualidade de execução do serviço de Manutenção, várias perguntas se colocam: Através desta <i>checklist</i> é possível saber o atual estado do equipamento? Existem valores, ou registo fotográfico, que mostrem o estado atual do mesmo? Esta mesma Folha de trabalho, na folha de rosto, tem uma secção de 'Comentários Adicionais', em que se verifica que não são fornecidas informações relevantes para a preventiva realizada. Um exemplo do que é usualmente escrito nesta secção é: 'Foi feita a Preventiva' ou 'Foi executada preventiva anual'. Por vezes, caso esta seja uma preventiva elétrica, é anotado o registo de medições (porque assim a folha o exige). Outro ponto a verificar nesta folha é o tempo programado para a preventiva e o tempo real de execução. Este último, nunca é registado como menor que o inicialmente previsto. No entanto os colaboradores afirmam que é sempre menor que o tempo programado. Esta situação deveria ter uma atenção em particular, pois poder-se-á ocorrer a situação de que se está a pagar por um serviço que não é bem executado e/ou é executado em menor tempo para o qual se contratou (e se pagou).
16	Inexistência de Procedimentos (Preventivas)	-	Quando se realiza uma manutenção preventiva não existem planos definidos pelos Parceiros, que contenham procedimentos para a execução dos trabalhos. Tal põe em causa a qualidade do serviço executado.
17	Indisponibilidade dos equipamentos para manutenção	Diag. Ishikawa	Este problema é bastante recorrente, em que está um equipamento consignado para manutenção e à última da hora deixa de estar disponível para a mesma. Isto provoca um rearranjo de todo o planeamento e da própria equipa, que provoca elevados desperdícios relacionados com o tempo.
18	Planeamento adequado inexistente	5 Porquês	O facto de não existir informação adequada e precisa impede a realização de um planeamento preciso e adequado dos recursos disponíveis.

Tabela G.1 - Descrição dos problemas identificados (continuação)

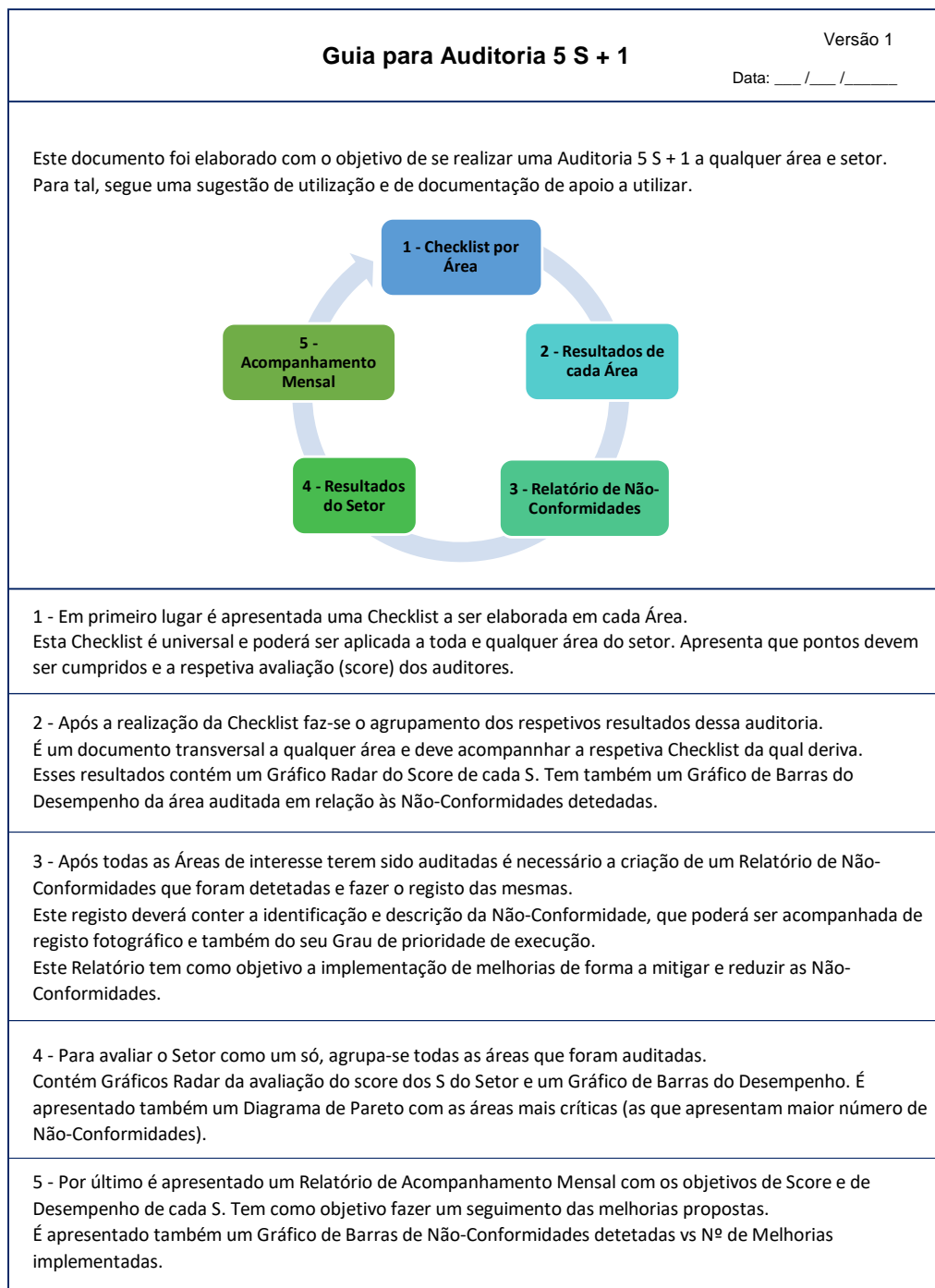
19	Programa não é cumprido	Diag. Ishikawa	Seja pela inexistência de um programa adequado, pela indisponibilidade dos equipamentos para manutenção o programa raramente é cumprido.
20	Periodicidade das preventivas desatualizada e desadequada ao equipamento	Diag. Ishikawa	O facto de não existir informação que permita um estudo adequado da fiabilidade de cada equipamento, impede que a periodicidade com que se realizam as preventivas seja o melhor. Existe também um erro relacionado com a definição do período de manutenção ser idêntico para a mesma família de equipamentos, quando equipamentos da mesma família tem necessidades e problemas diferentes.
21	Inexistência de um Procedimento de Compra para Materiais Urgentes	-	Foram analisadas todas as listas de materiais urgentes que foram sujeitos à compra no ano civil 2018. Verificou-se que não existe um procedimento definido para a sua compra, pelo que resulta em enormes perdas de tempo. As compras não são realizadas diretamente pelo departamento de manutenção, mas sim pelo departamento de compras. Apesar de serem assinaladas como urgentes, o setor de compras prioriza sempre as encomendas para a produção, ficando as encomendas da manutenção para segundo plano.
22	Inexistência de um Procedimento de Entrada e Saída de Material	-	A entrada e saída de material urgente apenas é realizada segundo umas listas que são atualizadas semanalmente. Não existe a notificação de entrada nem de saída do material aos interessados. As mesmas listas não fornecem informação relevante em relação aos tempos de espera.
23	Inexistência de registo do <i>stock</i> atual	-	Da análise efetuada verificou-se, em primeira instância, a inexistência de um controlo dos <i>stocks</i> de qualquer tipo de peças ou equipamentos, bem como a falta de registo ou histórico da utilização de materiais. Todo o <i>stock</i> da manutenção se encontra descentralizado. Existe uma ferramentaria que tem um acesso restrito, mas não existe nenhuma informação do que contém em termos de material. Isto é a base de um modelo de gestão de <i>stocks</i> . Como tal não existe, ocorrem erros como se encomendar material já existente na manutenção, mas que por não haver registo do mesmo, se encomenda novamente. Além do custo associado à compra de esse novo material, existe o tempo de espera até o mesmo ser rececionado e, por exemplo, o custo de posse associado à existência do material em <i>stock</i> . É difícil quantificar a quantidade de perdas, em valores monetários, pois é algo bastante complexo de se analisar. No entanto, existe a perceção de que se melhorar este aspeto, irá provocar uma melhoria em toda a função manutenção.
24	Inexistência de um Armazém exclusivo da Manutenção	-	Como já foi referido anteriormente, todo o material da manutenção está descentralizado. Existe uma ferramentaria (alvo de estudo deste estudo de caso), que contém os materiais mais relevantes e de maior valor monetário para a manutenção. Esta ferramentaria, no entanto, não funciona como um armazém. Apresenta também os problemas definidos no ponto anterior.
25	Falta de catalogação do material	-	Falta de etiquetas em racks, prateleiras e gavetas, bem como a caracterização de códigos de materiais. Os poucos materiais que se encontram etiquetados (etiqueta de origem, do fornecedor) contém informações de difícil leitura e interpretação, visto que as etiquetas apresentam um estado avançado de degradação sendo por vezes impossível de as ler.
26	Nível global de 5S + 1 da ferramentaria muito baixo	5 Porquês	Verificou-se também a desarrumação e desorganização dos materiais, bem como falta de regras de arrumação. Detetou-se também a presença de objetos no chão sem etiquetas de identificação dificultando a movimentação dos técnicos de manutenção e colocando em causa algumas regras de higiene e segurança no trabalho.

Anexo H: Matriz de Idealidade

Tabela H.1 - Matriz de Idealidade para os 26 problemas

#	Parâmetros (Problemas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	Reuniões de Longa Duração					+	+		+																		
2	Definição errada de Manutenção Curativa								+																		
3	Inexistência de KPI adequados								+								+		+		+						+
4	Colaboradores com pouca Formação					+		+	+					+						+							
5	Falta de colaboradores qualificados				+				+	+	+			+						+							
6	Falta de um sistema adequado de comunicação	+						+	+	+		+						+	+			+					
7	Falta de organização	+			+		+			+	+				+				+	+							
8	Estrutura desadequada					+	+			+		+															
9	Informação com demasiada incerteza associada	+	+	+	+	+	+	+	+				+				+	+	+	+							
10	Condições das oficinas desadequadas aos trabalhos a executar					+		+						+						+							
11	Processos muito burocráticos						+		+				+	+													
12	Histórico inexistente e desatualizado									+		+		+			+		+	+				+		+	
13	Colaboradores com falta de motivação				+	+					+	+	+					+	+	+							
14	Inexistência de um Mapa de Fluxo de Valor das Manu. Preventivas							+										+	+	+	+						
15	Folha de Trabalho (Preventivas) apenas com checklist																+	+	+	+							
16	Inexistência de Procedimentos (Preventivas)			+						+			+			+		+	+	+	+						
17	Indisponibilidade dos equipamentos para manutenção						+			+				+	+	+	+		+	+	+						
18	Planeamento adequado inexistente (seja de mão-de-obra, materiais, etc)			+			+	+		+			+	+	+	+	+	+		+	+						
19	Programa não é cumprido				+	+		+		+	+		+	+	+	+	+	+	+		+						
20	Periodicidade das preventivas desatualizada e desadequada ao equipamento			+											+		+	+	+	+							
21	Inexistência de um Procedimento de Compra para Materiais Urgentes						+																+	+		+	+
22	Inexistência de um Procedimento de Entrada e Saída de Material																					+		+			+
23	Inexistência de registo do stock existente												+									+	+				+
24	Inexistência de um Armazém exclusivo da Manutenção																										+
25	Falta de catalogação do material												+									+					+
26	Nível global de 5S + 1 do armazém muito baixo			+																		+	+	+	+	+	

Anexo I: Auditoria 5S + 1 para Armazém



Maria Ana Carvalho | Abril 2019

Figura I.1 - Documentação para Auditoria 5S + 1

CHECKLIST AUDITORIA 5S + 1			Nº: _____	Versão 1
Setor: _____		Armazém: _____		
Auditores: _____		_____		
Data: ____/____/____		Elaborado por: _____		

Score:
 1 - Não se aplica
 2 - Aplica-se mas pouco
 3 - Aplica-se mas não sistematicamente
 4 - Aplica-se de forma sistemática
 5 - Aplica-se e há capacidade para manter

1 S	#	Descrição	Score
Sort Utilização	1	Não existem materiais ou objetos desnecessários.	
	2	Não existem materiais que não pertencem ao armazém.	
	3	Não existe excesso de materiais.	
	4	Os equipamentos e materiais existentes são utilizados.	
	5	Não existem materiais obsoletos ou danificados.	
MÉDIA			

2 S	#	Descrição	Score
Set in Order Organização	6	Existe capacidade e local para todos os materiais e itens.	
	7	Os materiais estão organizados.	
	8	Os materiais estão identificados.	
	9	Todos os materiais ou utensílios estão acondicionados em local e de forma adequada (livres de deterioração, oxidação, humidade, quedas).	
	10	As áreas de trânsito estão desobstruídas e não existem materiais espalhados nos corredores.	
	11	Não existe material que não obedeça ao armazenamento na altura máxima estabelecida.	
	12	Os arquivos e documentos estão organizados.	
	13	De modo geral, a área encontra-se organizada visualmente.	
MÉDIA			

3 S	#	Descrição	Score
Shine Limpeza	14	Os materiais estão limpos, livres de resíduos e em bom estado de conservação.	
	15	Existe <i>checklist</i> de limpeza e respetivos calendários para a área.	
	16	Não existe lixo, em geral, espalhado pelo chão.	
	17	Os métodos de limpeza são adequados e os processos estão preparados.	
	18	Os locais de informação e quadros de aviso estão limpos.	
MÉDIA			

4 S	#	Descrição	Score
Standardize Padronização	19	Existem procedimentos padrão visíveis e de fácil compreensão para a requisição dos materiais.	
	20	O <i>checklist</i> de limpeza do setor contempla padronização, responsáveis e frequência.	
	21	Existe tabela de atribuições e responsáveis para o 5 S + 1.	
	22	Existe controlo visual implementado no armazém.	
	23	Na mudança de turno, o padrão de organização mantém-se.	
	24	Existe formulário de auditorias no armazém.	
MÉDIA			

5 S	#	Descrição	Score
Systematize Sistematização	25	As tarefas são desempenhadas conforme planeadas.	
	26	Todos conhecem e cumprem as normas estabelecidas.	
	27	Existem revisão periódica das condições do armazém.	
	28	Existe calendários, agendamentos e atribuições de responsabilidade de locais definidos.	
	29	Todos conhecem os padrões 5S e o seu propósito, além de serem treinados em procedimentos e práticas fundamentais.	
	30	Todos os procedimentos são regularmente atualizados e revistos.	
	31	A informação é de fácil compreensão e legível.	
MÉDIA			

6 S	#	Descrição	Score
Security Segurança	32	São praticadas as normas de segurança.	
	33	As áreas de trabalho têm sistemas de aviso (simbologia) de perigo e instruções de trabalho seguras.	
	34	Não existem materiais suscetíveis de queda.	
	35	Não existem potenciais perigos desnecessários.	
	36	Existe um procedimento para casos de emergência e é conhecido por todos os trabalhadores.	
MÉDIA			

Maria Ana Carvalho | Junho 2019

Figura I.1 - Documentação para Auditoria 5S + 1 (continuação)

RESULTADOS AUDITORIA 5S + 1

Score e Desempenho

Nº: _____ Versão 1

Elaborado por: _____

Realizado em: ____ / ____ / ____

Setor Auditado: _____ Área Auditada: _____

Auditores: _____

Score de cada S da Área Auditada

#	S	Score *
1	Eliminar	0
2	Organizar	0
3	Limpar	0
4	Padronizar	0
5	Disciplina	0
6	Segurança	0

* Considera-se que para uma certificação em 5S, é necessária uma classificação mínima de 4 valores.

Score:

1 - Não se aplica

2 - Aplica-se mas pouco

3 - Aplica-se mas não sistematicamente

4 - Aplica-se de forma sistemática

Gráfico Radar do Score de cada S do Armazém

1 - Não se aplica

2 - Aplica-se mas pouco

3 - Aplica-se mas não sistematicamente

4 - Aplica-se de forma sistemática

5 - Aplica-se e há capacidade para manter

Desempenho de cada S da Área Auditada

S	Nº Itens Auditados	Não-Conformidades	Desempenho (%)**
SORT			
SET IN ORDER			
SHINE			
STANDARDIZE			
SYSTEMATIZE			
SECURITY			

** Deve-se obter um desempenho mínimo de 80%

$$Desempenho(\%) = 1 - \frac{Não\ Conformidades}{Nº\ Itens\ Auditados} \times 100$$

Objetivo Desempenho (%)

Gráfico de Barras do Desempenho (%) de cada S da Área

Figura I.1 - Documentação para Auditoria 5S + 1 (continuação)

<p align="center">RELATÓRIO AUDITORIA 5S + 1</p> <p align="center">Não-Conformidades e Melhorias</p>		<p>Nº: _____ Versão 1</p>
<p>Setor Auditado: _____</p>	<p>Áreas Auditadas: _____</p>	<p>Elaborado por: _____</p>
<p>Auditores: _____</p>		<p>Realizado em: __/__/____</p>

Descrição da Não Conformidade					Melhorias e Ações Tomadas				Verificação da Implementação		
#	Grau*	Área	Não-conformidade Identificada	Reg. Fotográfico	#	Calendarização	Responsável	Descrição	Auditor	Problemas? **	Status

Maria Ana Carvalho | Abril 2019

* Grau - Corresponde à sua prioridade de execução (1 - Prioridade Alta; 2 - Prioridade Média; 3 - Prioridade Baixa)

** Problemas - Caso tenham ocorrido problemas na implementação de melhorias e/ou que obrigue a criar uma nova.

Figura I.1 - Documentação para Auditoria 5S + 1 (continuação)

RESULTADOS AUDITORIA 5S + 1 DO Armazém Score, Desempenho e Áreas Críticas Armazém Auditado: _____ Áreas Auditadas: _____ Auditores: _____	Nº: _____ Versão 1 Elaborado por: _____ Realizado em: ____/____/____
--	--

Score de cada S do Armazém							
Resultado de Todas as Áreas Irá corresponder à média dos scores de todas as Áreas auditadas.							
#	S	Área A Score *	Área B Score *	Área C Score *	Área D Score *	...	Score Médio TOTAL*
1	Sort						
2	Set in Order						
3	Shine						
4	Standardize						
5	Systematize						
6	Security						
							Score Armazém
<small>* Considera-se que para uma certificação em 5S, é necessário uma classificação mínima de 4 valores.</small>							
Score: 1 - Não se aplica 2 - Aplica-se mas pouco 3 - Aplica-se mas não sistematicamente 4 - Aplica-se de forma sistemática		Gráfico Radar do Score de cada S do Armazém 					

Desempenho de cada S no Armazém			
Todas as Não-Conformidades de todas as Áreas Resulta da soma de todas as Não-Conformidades das Áreas Auditadas			
S	Nº Itens Auditados	Não-Conformidades	Desempenho(%)**
Sort			
Set in Order			
Shine			
Standardize			
Systematize			
Security			
TOTAL			
<small>** Deve-se obter um desempenho mínimo de 80%</small>			
$\text{Desempenho}(\%) = 1 - \frac{\text{Não-Conformidades}}{\text{Nº Itens Auditados}} \times 100$			
Objetivo Desempenho (%)			
Gráfico de Barras do Desempenho (%) de cada S no Setor 			

Áreas mais críticas (Áreas com maior % de Não-Conformidades)				
Área	Não-Conformidades fa*	Não-Conformidades Fa	fr (%)	Fr (%)
A				
B				
C				
D				
E				
TOTAL				
<small>* Organizar do maior para o menor</small>				
Diagrama de Pareto das Áreas mais críticas 				

Maria Ana Carvalho | Abril 2019

Figura I.1 - Documentação para Auditoria 5S + 1 (continuação)

SEGUIMENTO 5 S + 1		Nº: _____	Versão 1
Objetivos e Resultados Mensais			
Setor Auditado: _____ Áreas Auditadas: _____		Elaborado por: _____	
Auditores: _____		Realizado em: ____/____/____	

Mês	Objetivo	Desempenho
Jan		
Fev		
Mar		
Abr		
Mai		
Jun		
Jul		
Ago		
Set		
Out		
Nov		
Dez		

Gráfico de Barras do Desempenho Mensal vs Objetivo

Mês	Não-Conformidades	Melhorias Implementadas
Jan		
Fev		
Mar		
Abr		
Mai		
Jun		
Jul		
Ago		
Set		
Out		
Nov		
Dez		

Não-Conformidades vs Melhorias Implementadas

Figura I.1 - Documentação para Auditoria 5S + 1 (continuação)

Maria Ana Carvalho | Abril 2019

Anexo J: Regras para a realização de procedimentos

Para a OET seguir um processo padrão é necessário anexar à mesma um documento.

Para a padronização dos procedimentos são necessárias as seguintes informações no documento:

- Nome formal e Código do Documento;
- Instrução de Uso: “Leia todo o documento antes de iniciar a ação de manutenção”;
- EPI’s e/ou EPC’s necessários para a ação de manutenção;
- Todas as atividades de segurança pessoal e do meio-ambiente que devem ser tomadas antes, durante e após a ação de manutenção;
- Lista de perigos que o colaborador está exposto durante a ação de manutenção e as suas devidas ações de prevenção e proteção;
- Divisão da ação de manutenção em etapas, em que cada etapa tem um conjunto de tarefas a realizar;
- Lista detalhada (passo-a-passo) para a realização de cada tarefa;
- Lista completa de todas as ferramentas, peças, spares e materiais necessários para a ação de manutenção;
- Referências de outros documentos necessários para apoio (manuais, catálogos, etc...);
- Ilustração de toda a ação e tarefas com fotografias, imagens ou diagramas;
- Definições das habilidades necessárias para execução da tarefa (Ex.: Eletricista Baixa Tensão);
- Horas necessárias para a execução da ação de manutenção;
- Número de pessoas necessárias para a execução;
- Periodicidade necessária para a repetição do trabalho (semestral, anual, ...);
- Data de criação e de revisão do documento;
- Assinaturas dos responsáveis por revisar e aprovar o documento;
- Observações ou comentários adicionais para o feedback sobre a precisão e eficiência do procedimento criado, por parte dos técnicos.

Observações:

- Para a escrita de um procedimento de Manutenção, deve ser antes estabelecido um procedimento para a criação de procedimentos;
- Deve estar envolvido um colaborador que tenha formação nos riscos de segurança e de ambiente envolvidos;

- Cada procedimento deve ser executado com uma equipa multidisciplinar, com níveis de experiência e conhecimentos diferentes (de modo a contribuir para a construção de procedimentos sólidos e precisos).

Regras de escrita:

- Utilização de uma linguagem simples e intuitiva, sem possibilidade de erros de interpretação;
- Revisão regular de todos os procedimentos. Deve-se definir uma periodicidade de revisão dos procedimentos (deve estar de acordo com a periodicidade de execução da ação);
- Utilização de *checklists* e não escrever parágrafos com mais de 3 linhas;
- Utilização de valores quantitativos (temperatura, tempo, unidades, etc.);
- Iniciar cada tarefa com um verbo ('Mudar lubrificante', 'Remover a tampa de proteção', etc.);
- Repetir ao longo das tarefas os avisos de segurança, mesmo que estes tenham sido referenciados no início do documento (segurança nunca é demais);
- Uso das palavras "AVISO" e "ATENÇÃO" e, destaque para proteger contra danos pessoais e a palavra "CUIDADO" para proteger contra danos a equipamentos (Exemplo: "ATENÇÃO – Verifique se a linha de vapor está despressurizada").

Para que os colaboradores sigam o procedimento é necessário envolvimento de todos no processo de mudança. É necessária uma mudança cultural do setor e da criação de hábitos para seguimento dos procedimentos implementados. Existe também um grande investimento para escrever bons procedimentos.